

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE ENFERMERÍA

CARRERA DE TERAPIA FÍSICA

**DISERTACIÓN DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE LICENCIADA EN TERAPIA FÍSICA**

**“Variación del rango articular de tobillo mediante goniometría en
pacientes con esguince de la Clínica Panamericana”**

ELABORADO POR:

Ibeth Carolina Angos Sánchez

QUITO, DICIEMBRE 2015

Resumen

El objetivo de la presente investigación fue describir el resultado del seguimiento goniométrico en pacientes con esguince de tobillo al final del tratamiento en los arcos de movilidad de la misma articulación. Se realizaron medidas con un goniómetro universal en plantiflexión, dorsiflexión, inversión y eversión, en la primera, sexta y décima sesión de tal manera que se efectuó un seguimiento de grados de movilidad. Mediante una guía de observación se recolectó los datos de los pacientes, posteriormente los resultados obtenidos fueron cuantificados tomando como referencia los grados establecidos por Kappandji 2015 y a continuación se comparó con las medidas tomadas para analizar si existió o no recuperación de movimiento. La plantiflexión fue el movimiento que más se recuperó después del tratamiento con una media de 12,4°. La medición goniométrica permite hacer un seguimiento del rango articular en esguince de tobillo.

Palabras clave: esguince tobillo, medición goniométrica, rango de movimiento.

Abstract

The objective of this study was to describe the results of goniometric tracking patients with sprained ankle at the end of treatment in the range of movement of the same joint. Measured with a universal goniometer in plantarflexion, dorsiflexion, inversion and eversion is performed in the first, sixth and tenth session so that tracking is performed degrees of mobility. Through an observation guide the patient data, the results were then quantified by reference Kappandji grades established by 2015 and then compared with the measures taken to analyze whether there was movement recovery was collected. The plantarflexion movement was more recovered after treatment with a mean of 12.4 °. The bearing measurement allows you to track the range articular ankle sprain.

Keywords: ankle sprain, goniometric measurement, range of motion

Dedicatoria

A mi Ángel.....a la memoria de mi padre que algún día debió tener el sueño de verme profesional, porque estoy segura que cada que me faltó fortaleza para concluir con este trabajo él desde el cielo me supo guiar. A mis compañeras de vida; a mi madre porque no conozco mujer más luchadora y valiente que ella y quien ha sido mi apoyo incondicional, a mis hermanas Dennise y Daniela porque han sido mi motivación y a quienes he querido dar mi ejemplo.

Y como no dedicar mi trabajo a aquellas personas que han sido los principales participes de mi formación universitaria y personal, a mis abuelitos Rosita Villegas y José Angos de quienes tengo el mejor ejemplo de vida y de trabajo, porque han sabido educarme como su hija y sin importar circunstancia alguna supieron darme la mano.

A mis abuelitos Víctor Sánchez y Yolanda Díaz por su cariño sincero, por la humildad y sencillez que han inculcado en mí.

Y a ti Joao, por tu infinito amor y porque me has enseñado que aquel que persevera, alcanza sus sueños y sus metas.

Agradecimientos

Agradezco a Dios por darme la sabiduría para culminar este trabajo, y por guiar mis pasos desde que empecé mi carrera.

A la Msc. Livet Cristancho por seguir muy de cerca el proceso de mi disertación, y porque ha sido una buena educadora y excelente persona.

A mi director Msc. Pedro Figueroa, quien fue mi profesor a inicios de la carrera, de quien tengo las mejores enseñanzas y coincidentemente fue el director de mi investigación.

Al Msc. Luis Aguas quien intervino en el proceso de análisis de resultados de mi trabajo, gracias por su colaboración y su apoyo en el momento que lo requerí

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|----|
| TABLA DE CONTENIDO | 1 |
| LISTA DE ILUSTRACIONES | 3 |
| LISTA DE GRÁFICOS | 3 |
| LISTA DE ANEXOS | 4 |
| Introducción..... | 5 |
| Capítulo I. Aspectos básicos de la investigación..... | 6 |
| 1.1 Planteamiento del problema..... | 6 |
| 1.2 Justificación..... | 8 |
| 1.3 Objetivos..... | 9 |
| Objetivo general | 9 |
| Objetivos específicos | 9 |
| 1.4 Metodología | 10 |
| a. Tipo de estudio:..... | 10 |
| b. Universo y muestra: | 10 |
| c. Fuentes técnicas e instrumentos: | 10 |
| d. Plan de análisis de información: | 11 |
| Capítulo II. Marco Teórico e hipótesis | 13 |
| 2.1 Articulaciones del tobillo y sus ligamentos asociados. | 13 |
| 2.1.1 Articulación tibioperonea | 14 |
| 2.1.2 Articulación tibioastragalina | 14 |
| 2.1.3 Sindesmosis de la articulación tibioperonea | 14 |
| 2.1.4 Articulación tibioastragalina | 15 |
| 2.1.5 Articulación subastragalina..... | 15 |
| 2.1.6 Complejo de la articulación tarsiana media (transversa del tarso) | 16 |
| 2.1.7 Articulación cuneonavicular | 16 |
| 2.2 Mecánica y patomecánica del tobillo..... | 16 |
| 2.2.1 Dorsiflexores del tobillo | 17 |
| 2.2.1.1 Musculo tibial anterior | 17 |
| 2.2.1.2 Musculo extensor largo del dedo gordo | 19 |
| 2.2.1.3 Musculo tercer peroneo del pie | 20 |
| 2.2.2 Músculos superficiales del compartimento posterior..... | 20 |
| 2.2.2.1 Importancia del tendón de Aquiles | 21 |

| | |
|--|----|
| 2.2.2.2 Gastrocnemio..... | 22 |
| 2.2.2.3 Músculo sóleo | 23 |
| 2.2.2.4 Músculo plantar..... | 24 |
| 2.2.3 Músculos profundos del compartimento posterior..... | 25 |
| 2.2.3.1 Músculo tibial posterior | 25 |
| 2.2.3.2 Músculo flexor largo del dedo gordo | 27 |
| 2.2.4 Músculos del compartimento lateral de la pierna. | 28 |
| 2.2.4.1 Músculo peroneo largo..... | 28 |
| 2.2.4.2 Musculo peroneo lateral corto | 29 |
| 2.3 Análisis de las fuerzas en el tobillo y pie durante la actividad..... | 30 |
| 2.3.1 Análisis bidimensional de las fuerzas en el tobillo | 31 |
| 2.3.2 Cálculo de las fuerzas en el tobillo mientras está de pie de puntillas | 31 |
| 2.3.3 Cálculo de las fuerzas de reacción conjuntas en el astrágalo..... | 32 |
| 2.3.4 Fuerzas aplicadas a las regiones del tobillo y del tarso en actividad | 33 |
| 2.3.5 Cargas en la superficie plantar del pie durante la carga | 34 |
| 2.4 Esguince de tobillo | 35 |
| 3.4.1 Esguince lateral de tobillo..... | 36 |
| 3.4.2 Esguince medial del tobillo | 37 |
| 3.5 Goniometría | 38 |
| 3.5.1 Dorsiflexión | 38 |
| 3.5.2 Flexión plantar | 39 |
| 3.5.3 Inversión..... | 40 |
| 3.5.4 Eversión | 41 |
| 3.6 Hipótesis | 43 |
| 3.7 Operación de variables | 44 |
| Capítulo III | 50 |
| Discusión. | 74 |
| Conclusiones. | 76 |
| Recomendaciones. | 77 |
| Bibliografía..... | 81 |

LISTA DE ILUSTRACIONES

| | |
|---|----|
| Ilustración 1: Brazo de palanca de dorsiflexión | 33 |
| Ilustración 2: Distribución de presiones en la superficie plantar. | 35 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 1: Distribución de pacientes según el género | 50 |
| Gráfico 2: Distribución de los pacientes según el pie lesionado | 51 |
| Gráfico 3: Distribución de los pacientes por edad | 52 |
| Gráfico 4: Distribución de los pacientes por tipo de esguince | 53 |
| Gráfico 5: Distribución de pacientes por tiempo de evolución de la lesión | 54 |
| Gráfico 6: Distribución de pacientes por mecanismo de lesión | 55 |
| Gráfico 7: Distribución de medidas goniométricas – dorsiflexión (1ra sesión) | 56 |
| Gráfico 8: Distribución de las medidas goniométricas- plantiflexión (1ra sesión)..... | 57 |
| Gráfico 9: Distribución de medidas goniométricas - inversión (1ra sesión)..... | 58 |
| Gráfico 10: Distribución de medidas goniométricas- eversión (1ra sesión) | 59 |
| Gráfico 11: Distribución de medidas goniométricas –dorsiflexión (6ta sesión) | 60 |
| Gráfico 12: Distribución de medidas goniométricas- plantiflexión (6ta sesión) | 61 |
| Gráfico 13: Distribución de medidas goniométricas – inversión (6ta sesión) | 62 |
| Gráfico 14: Distribución de medidas goniométricas – eversión (6ta sesión)..... | 63 |
| Gráfico 15: Distribución de medidas goniométricas – dorsiflexión (10ma sesión) | 64 |
| Gráfico 16: Distribución de medidas goniométricas – plantiflexión (10ma sesión)..... | 65 |
| Gráfico 17: Distribución de medidas goniométricas- inversión (10ma sesión)..... | 66 |
| Gráfico 18: Distribución de medidas goniométricas – eversión (10ma sesión)..... | 67 |
| Gráfico 19: Comparación de los grados de la sesión 1, 6 y 10..... | 68 |
| Gráfico 20: Comparación de grados entre sesión 1 y 6..... | 68 |
| Gráfico 21: Comparación - sesión 6 y sesión 10 | 70 |
| Gráfico 22: Comparación – sesión 1 y sesión 10 | 72 |

LISTA DE ANEXOS

| | |
|---|----|
| Anexo 1: Consentimiento informado | 78 |
| Anexo 2: Guía de observación | 79 |

Introducción.

El objetivo general de esta investigación es describir el seguimiento goniométrico luego del tratamiento kinésico en pacientes con esguince de tobillo de la Clínica Panamericana en el período de Julio a Septiembre del 2015. Se ha observado que este tipo de lesión no suele recibir la importancia necesaria por el fisioterapeuta, dejando así de lado el seguimiento de la movilidad durante el tratamiento, lo que quizás ha desencadenado que algunos pacientes con esguince de tobillo no recuperen su rango completo de movimiento. Motivo por el cual este estudio se realizó con el afán de recopilar las medidas goniométricas al inicio, mitad y final del tratamiento para analizarlas y lograr demostrar en las respectivas conclusiones que elaborar un seguimiento goniométrico es importante en la recuperación del paciente, así como ayuda técnica del profesional.

Las exploraciones de movilidad articular son fundamentales para el diagnóstico de afecciones morfológicas o funcionales, para ello se utilizan diferentes instrumentos de medición como puede ser el goniómetro o el inclinómetro. Existen diferentes tipos de goniómetros pero el más utilizado es el llamado goniómetro universal. Recibe este nombre porque es muy versátil y puede ser utilizado en todas las articulaciones del cuerpo. Puede ser de plástico o de metal. (Santos, 2013)

El hecho de hacer un rastreo de los rangos de movimiento de una articulación, permite al fisioterapeuta discernir entre cuales son las técnicas y métodos de tratamiento adecuadas para cada paciente y si las debe seguir aplicando, según si ha existido o no recuperación de movimiento.

La primera parte recopila los aspectos básicos de la investigación, es decir descripción del problema, justificación y metodología de la investigación.

La segunda parte contiene una breve descripción del complejo articular del tobillo, se describen articulaciones, ligamentos y músculos. También se cita el análisis de las fuerzas en el tobillo y acerca de la goniometría aplicada en el seguimiento de la movilidad del tobillo.

En la tercera parte se concluye que el esguince de tobillo es común en personas de edad media con una vida sedentaria. Después del tratamiento el movimiento que más se recuperó fue la plantiflexión en un 80% de los pacientes aproximadamente y la mayor recuperación de movimiento se evidenció en las tomas goniométricas entre la primera y décima sesión de tratamiento.

Capítulo I. Aspectos básicos de la investigación

1.1 Planteamiento del problema

El esguince de tobillo es una de las lesiones que tiene mayor incidencia tanto en deportistas como en personas sedentarias (Rodríguez & Echegoyen, 2001). Los esguinces de tobillo ocupan uno de los primeros lugares en frecuencia de lesiones del deporte, (Echegoyen, Miguel, & Rodríguez, 2001) en su trabajo concluyo que en los equipos de fútbol del Club Universidad Nacional, los esguinces de tobillo ocupan el segundo lugar, siendo el 20 % del total de lesiones.

La lesión ligamentaria de tobillo ocurre como consecuencia de traumatismos, más frecuente en la vida diaria y en la práctica deportiva hasta en un 75%. El 85% de estas lesiones son causadas por trauma en inversión, afectando el complejo lateral principalmente al ligamento peroneo astragalino anterior¹⁻⁷; 3 a 6% son causados por eversión lesionando el ligamento deltoideo y finalmente los que afectan a la sindesmosis representan del 1 al 11%. (Saavedra, y otros, 2004)

(Guerrero & Avilés, s/f), indica que la movilidad de tobillo es un factor de riesgo para las caídas. En su estudio concluyó que la dorsiflexión disminuye con el aumento de edad, lo cual es un factor predictivo de caídas. En su investigación se pudo prevenir las caídas aplicando un programa fisioterápico, el mismo que incluyó ejercicios específicos para la articulación de tobillo aumentando así el rango de dorsiflexión.

(Escobar E. , 2009), menciona que el mecanismo más común de lesión en esguince de tobillo, es la supinación y aducción del pie en flexión plantar. Si bien la incidencia de inestabilidad crónica como secuela es baja, existen factores que influyen en su desarrollo como tobillo varo, laxitud ligamentaria generalizada, debilidad de los músculos peróneos, exposición repetida del tobillo a cargas axiales y rotacionales.

En el departamento de fisioterapia de la clínica Panamericana, se ha visto que los pacientes con esguince de tobillo que acuden a este lugar, empiezan su tratamiento con un rango de movilidad del tobillo disminuido, lo cual al termino de sus 10 sesiones no logran recuperar completamente su rango de movimiento. Esto se convierte en un problema el hecho de que el paciente después de dichas sesiones no recupere su rango de movilidad articular siendo este muy importante e imprescindible dentro del desempeño funcional del paciente.

El paciente al no recuperar su rango de movilidad se ve perjudicado en la biomecánica de su marcha y en actividades de la vida diaria como subir y bajar gradas (Cerdeño & Yuste, 2012). Por este motivo es conveniente evaluar el tratamiento kinesioterapéutico aplicado en pacientes con esguince de tobillo en este lugar, analizando el rango articular mediante medición goniométrica al inicio a la mitad y final del tratamiento y al observar los resultados del mismo realizar recomendaciones en cuanto al protocolo de tratamiento utilizado en esta patología.

(Escobar D. , 2009), en su estudio de alteración y balance apunta que es fundamental el entrenamiento de los músculos inversores y evertores para recuperar un tobillo estable y evitar lesiones recidivas, pero además para evitar la lesión contralateral.

El presente estudio busca que el lector tome en cuenta la movilidad articular en un esguince de tobillo, realizando un seguimiento goniométrico en tobillo para que durante el tratamiento el profesional discierna las técnicas fisioterapéuticas que necesita el paciente para su recuperación de movimiento, de esta manera, al final del tratamiento el paciente recupere su movilidad articular y evitar así que se presente una lesión recidiva, alteraciones en la marcha o que la lesión se vuelva crónica, aportando de esta manera a la solución del problema.

1.2 Justificación.

La importancia principal de este estudio es realizar un seguimiento del rango articular en el tobillo para concluir si consta o no recuperación de movimiento al final del tratamiento. Es importante abarcar la movilidad articular del tobillo dentro del tratamiento fisioterapéutico, siendo esta fundamental en la funcionalidad del paciente.

El pie sirve de plano de sustentación y palanca de locomoción del cuerpo humano, y para ello es capaz de adaptarse a cualquier situación irregular del suelo gracias a la flexibilidad de la bóveda plantar. Precisamente esa flexibilidad de adaptación le hace sensible a cambios que puedan desembocar en la inestabilidad y mucho más cuando se ha sufrido una alteración funcional previa como un esguince de tobillo. (Velásquez, 2012)

Las personas que se lesionan el tobillo por diferentes factores, deben recuperar la correcta biomecánica de su marcha para poder desempeñar sus labores y en general todas las actividades que contemplan la vida diaria. Por ello es útil acentuar los grados de movilidad del tobillo al inicio, mitad y final del tratamiento, para que así el profesional en fisioterapia durante el tratamiento seleccione los mejores protocolos a aplicar, dependiendo si existe o no recuperación de la movilidad en el tobillo.

Los pacientes beneficiados del estudio serán aquellos que concurren con diagnóstico de esguince de tobillo a la clínica Panamericana ubicada en la ciudad de Quito, en este lugar se han registrado varios pacientes con esguince de tobillo, de los cuales algunos no han recuperado totalmente su movilidad al final de sus sesiones, motivo por el cual he visto provechoso realizar esta investigación que aportará a la resolución del problema.

Durante la experiencia en dicho lugar se ha podido observar que el esguince de tobillo es una de las patologías con las que más frecuencia se atiende en esta institución, concurren pacientes con diferentes grados de esguince, los mismos que no han tenido un seguimiento goniométrico en la articulación del tobillo. Esto ha motivado a investigar sobre esta patología y a enfocar la recuperación de movimiento realizando el mencionado seguimiento goniométrico.

1.3 Objetivos

Objetivo general

- Describir el resultado del seguimiento goniométrico luego del tratamiento kinésico en pacientes con esguince de tobillo, mediante goniometría.

Objetivos específicos

- Identificar el mecanismo de lesión de los pacientes con esguince de tobillo.
- Indicar el grupo de la población que más presenta esguince de tobillo.
- Medir el grado de amplitud articular de tobillo al inicio, mitad y final del tratamiento.
- Analizar los resultados de las mediciones goniometricas obtenidas y comparar con las medidas normales para concluir si existe recuperación de movimiento.

1.4 Metodología

a. Tipo de estudio:

El tipo de investigación a realizar es observacional - descriptivo y cualitativo ya que se investigaran las características en cuanto a recuperación del rango de movilidad articular de los pacientes con diagnóstico de esguince de tobillo. Esto se realizará mediante la recolección de datos de los pacientes en una guía de observación, estos primero serán tomados y luego descritos por el investigador.

b. Universo y muestra:

En el presente estudio el universo serán todos los pacientes que reciban atención en el área de fisioterapia y en la muestra se incluirán todos los pacientes que lleguen con diagnóstico de esguince de tobillo grado I, II y III.

Los criterios de inclusión:

- Personas de género femenino y masculino
- Con diagnóstico de esguince de tobillo I, II y III

Los criterios de exclusión:

- Pacientes que no lleguen con pedido médico otorgado por el especialista
- Presencia de fractura en esguince grado III.

c. Fuentes técnicas e instrumentos:

Para la medición del arco de movimiento se utilizara la técnica de goniometría en el cual la herramienta principal será un goniómetro universal de plástico.

Definición de pacientes: Los pacientes fueron seleccionados de acuerdo a los criterios de inclusión ya descritos anteriormente.

Planeación de la valoración: Para valorar el investigador realizo una guía de observación (Anexo 2) la cual incluyó: nombre, fecha, edad, diagnostico, pie lesionado, tiempo de evolución, mecanismo de lesión, número de sesión, rango articular según (Kapandji, 2015) de todos los movimientos del tobillo y los rangos articulares de tobillo tomados del paciente.

Técnica de medición:

Instrumento: Para la medición se usó un goniómetro universal de plástico, debido a que la flexibilidad del plástico hace que este instrumento sea más sencillo de utilizar en comparación con el goniómetro metálico para medir la inversión (Norkin & White, 2006), este instrumento se usó en la medición para todos los movimientos.

Registro de datos: Se consulta con la persona los datos necesarios que están acentuados en la guía de observación para identificar correctamente a los pacientes.

Posición para la medición: Para la medición se colocó al paciente en decúbito prono con la rodilla flexionada a 90° del lado de la lesión, esto con el objetivo de que el músculo tríceps sural no limite el movimiento del tobillo. Se debe colocar el pie en la posición 0° de inversión y eversión.

Medición: Después de colocar en la posición adecuada al paciente, ubicamos el goniómetro como ya lo describiremos más adelante en la sección de goniometría en marco teórico; damos el comando de voz al paciente: realice lo siguiente lentamente; baje la punta del pie (registramos el valor), suba la punta del pie (registrar el valor), lleve hacia adentro la punta del pie (registrar valor) y llévela hacia afuera (registrar valor), recordando que el movimiento debe ser activo. Es importante realizar al menos 2 veces la misma actividad en cada movimiento para corroborar la medida y acentuar en la guía.

Registro de valores: Al término de la medición de cada movimiento se debe registrar correctamente el valor tomado en la respectiva sesión, frente al valor normal establecido en cada movimiento por (Kapandji, 2015). Repetimos el mismo proceso en la primera, sexta y décima sesión.

d. Plan de análisis de información:

Para el análisis de la información se utilizó el programa estadístico SPSS 19 (Statistical Product and Service Solutions), este trabaja con bases de datos y analiza los mismos mediante gráficos, tablas, mapas, etc.

Como primer punto se diseñó la guía de observación, según el criterio del investigador incluyendo la sensatez de (Kapandji, 2015), después se procedió a la recolección de datos, tomando los grados de movimiento de la primera, sexta y décima sesión. Como siguiente punto, se realizó la tabulación de los datos, dentro de esto se enumeraron las encuestas, esto para tener un mejor control de la información al ingresar al programa, luego se adaptó la guía de observación al lenguaje de SPSS,

se crea una base de datos y por último se analizaron los datos, cruzando variables dependiendo el resultado a requerir.

Se realizaron tablas de frecuencia y diagramas de barras, los mismos que mostraron el porcentaje de pacientes y el rango de cada movimiento. Se utilizaron pruebas T para hacer las comparaciones entre sesiones y para hallar los intervalos de confianza es decir el valor mínimo y el valor máximo recuperado entre sesiones. Finalmente concluimos interpretando los datos, destacando los valores mínimos y máximos recuperados comparando con los establecidos por (Kapandji, 2015).

Capítulo II. Marco Teórico e hipótesis

2.1 Articulaciones del tobillo y sus ligamentos asociados.

Según (Dutton, 2015).

| Articulación | Ligamentos asociados |
|---|---|
| Sindesmosis de la articulación tibioperonea | -Tibioperoneo anterior -Tibioperoneo posterior -Interóseo |
| Tobillo | -Deltoides (o medial) <u>Superficial</u> Parte tibio navicular Parte tibio calcánea Parte tibioastragalina posterior <u>Profundo</u> Parte tibioastragalina anterior -Lateral o colateral peroneo Peroneoastragalino anterior Calcaneoperoneo Peroneoastragalino posterior -Astragalocalcáneo lateral -Cápsula anterior -Cápsula posterior |
| Subastragalina | -Astragalocalcáneo interóseo Banda posterior Banda anterior -Astragalocalcáneo lateral Deltoides Colateral lateral Astragalocalcáneo posterior Astragalocalcáneo medial Astragalocalcáneo anterior |
| Soporte ligamentoso principal de los arcos longitudinales | Plantar largo Plantar corto Calcaneonavicular plantar Aponeurosis plantar |
| Tarsiana media o transversa del tarso | -Bifurcado Banda medial Banda lateral -Astragalonavicular -Calcaneocuboideo |

2.1.1 Articulación tibioperonea

La articulación es estabilizada por cuatro ligamentos, conocidos en conjunto como sindesmóticos. Estos ligamentos son: interóseo, tibioperoneo posterior y transverso, siendo el interóseo el fundamental en la estabilización.

2.1.2 Articulación tibioastragalina

Los ligamentos principales de la articulación tibioastragalina se dividen en 2 partes: colaterales laterales y colaterales mediales (deltoideo).

- Colaterales laterales: el complejo de ligamentos colaterales está compuesto por: peroneoastragalino anterior (LPAA), que opone resistencia a la inversión en flexión plantar; el ligamento Calcaneoperoneo posterior (LCP), es el más fuerte de los ligamentos laterales.
- Colaterales mediales: Los ligamentos colaterales mediales forman una estructura ligamentosa de forma triangular que se conoce como ligamento deltoideo del tobillo. Existen documentaciones sobre el ligamento deltoideo que afirman que lo forman fibras superficiales y profundas.
 - Fibras superficiales: se compone de la parte tibionavicular, que opone resistencia a la traslación lateral y la rotación externa del astrágalo; la parte tibioastragalina posterior, opone a la flexión dorsal, la traslación lateral y la rotación externa del astrágalo, y la parte tibioalcánea, se resiste a la abducción del astrágalo, el calcáneo y el navicular cuando el tobillo adopta flexión plantar y eversión.
 - Fibras profundas: formadas por la parte tibioastragalina anterior y tibioalcánea. Rasmussen et al. Encontraron que las fibras superficiales del ligamento deltoideo del tobillo limitan la abducción o la inclinación negativa del astrágalo, pero que las capas profundas de dicho ligamento (deltoideo) del tobillo se rompían con la rotación externa de la pierna, sin intervención de la parte superficial.

2.1.3 Sindesmosis de la articulación tibioperonea

Las dos articulaciones tibioperonea (proximal y distal) se describen individualmente aunque, actúan de modo conjunto. Los movimientos de estas articulaciones son consecuencia de la influencia del tobillo.

2.1.4 Articulación tibioastragalina

La articulación tibioastragalina actúa entre el astrágalo y la parte distal de la tibia. El astrágalo tiene forma de silla de montar y se considera una piedra angular mecánica del tobillo. Ya que distribuye el peso del cuerpo hacia atrás sobre el talón y hacia adelante sobre el mesopié. La distribución de fuerzas es una capacidad que tiene la gran superficie articular del astrágalo, que reparte y concentra a las mismas. El astrágalo se divide en cabeza (anteriormente) y el cuello y cabeza (posteriormente). La orientación del eje de la articulación tibioastragalina es de 20-30° posteriormente del maléolo medial al lateral. Esta articulación tiene movimientos fundamentales que son la flexión dorsal y plantar con un amplitud de movimiento (ADM) de 70° (0 a 20° de flexión dorsal y 0 a 50° de flexión plantar). El movimiento del tobillo ocurre sobre el plano sagital. La tibia sigue al astrágalo en carga, de manera que la articulación tibioastragalina gira hacia afuera con supinación y hacia adentro con pronación, por lo tanto, la tibia gira en sentido interno durante la pronación y externo en la supinación.

2.1.5 Articulación subastragalina

La articulación subastragalina es de tipo sinovial, bicondileo compuesto integrada por dos superficies ovoides modificadas y separadas con sus propias cavidades articulares, la dos superficies están conectadas por una membrana interósea. El componente anterior está ubicado más medial que el posterior y aporta al plano de la articulación una media de 42° superiores con respecto al plano transversal del pie, y 23° mediales en relación con el plano sagital del pie.

La articulación subastragalina es el creador de la inversión y la eversión del retropié. El eje de movimiento de esta articulación es de 45° con respecto a la horizontal y 20° mediales con el plano sagital medio. Este eje también permite a dicha articulación generar movimientos en tres planos (pronación y supinación) en estrecha combinación con las articulaciones transversas del tarso en el mesopié. Los movimientos de pronación y supinación varían según si la articulación está en carga (cadena cinética cerrada) o en descarga (cadena cinética abierta).

Mientras la articulación subastragalina está en carga, la pronación comprende una combinación de eversión del calcáneo, aducción y flexión plantar del astrágalo y rotación interna de la tibia; por otro lado, la supinación se compone de inversión del calcáneo, abducción y flexión dorsal del astrágalo y rotación externa de la tibia.

Durante actividades con carga, la pronación se compone de una combinación de eversión del calcáneo, abducción y flexión dorsal del astrágalo, mientras que la supinación comprende una combinación de inversión del calcáneo, aducción y flexión plantar del astrágalo.

2.1.6 Complejo de la articulación tarsiana media (transversa del tarso)

Este complejo está compuesto por las articulaciones astragalonavicular y calcaneocuboidea, la función de dicho complejo que separa el retropié del mesopié es aportar al pie un mecanismo adicional para elevar y bajar el arco, así como absorber parte de la movilidad de la tibia que se trasmite al pie en bipedestación. Este complejo articular en las actividades de pronación y supinación funciona junto con la articulación subastragalina.

2.1.7 Articulación cuneonavicular

La articulación cuneonavicular cuenta con una o dos amplitudes de movimiento: flexión plantar, flexión dorsal e inversión/ eversión.

2.2 Mecánica y patomecánica del tobillo

Los músculos se encargan de unir dos puntos más o menos alejados del arco formando cuerdas parciales o totales y actúan como verdaderos tensores. El tibial posterior constituye una cuerda parcial, el peróneo lateral largo influye sobre el arco interno, el flexor propio del dedo gordo forma una curva subtotal, el flexor común de los dedos es estabilizador del astrágalo y del calcáneo, el aductor del dedo gordo constituye la cuerda total del arco interno. (Rouvière, 2006).

Los músculos del tobillo y el pie incluyen músculos extrínsecos e intrínsecos. Los músculos extrínsecos se organizan convenientemente en un grupo anterior que realiza dorsiflexión en el tobillo y contribuye a la extensión de los dedos de los pies, un grupo posterior que contribuye a la flexión plantar del tobillo y flexión de los dedos de los pies, y un grupo lateral que prona el pie. La mayoría de estos músculos cruzan varias articulaciones del pie, y cada uno tiene su respectiva acción y función.

2.2.1 Dorsiflexores del tobillo

Los músculos dorsiflexores del tobillo se encuentran en el compartimento anterior de la pierna e incluyen el tibial anterior, el extensor largo del dedo gordo, el extensor largo de los dedos, y el peroneo tercero. Se encuentran todos anterior al eje de la articulación del tobillo y por lo tanto la flexión dorsal del tobillo. Sus papeles en las otras articulaciones del pie dependen de su ubicación con respecto a cada articulación. El grupo dorsiflexor proporciona dos funciones importantes durante la locomoción. Durante la fase de impulsión cuando el pie está fuera de la tierra, los músculos dorsiflexores ayudan a levantar el pie y los dedos del suelo para proporcionar el espacio adecuado del suelo. La segunda función se produce después en el contacto con el suelo, cuando los flexores dorsales se oponen a la flexión plantar, momento impartido al pie por la fuerza de reacción del suelo y controlar el descenso del pie en el suelo.

Todos los músculos dorsiflexores se estabilizan en el tobillo por el retináculo extensor, lo que impide que los tendones tiren lejos de la articulación del tobillo, como los dorsiflexores de tobillo.

2.2.1.1 Musculo tibial anterior

El tibial anterior es el mayor músculo dorsiflexor. El papel del tibial anterior en la flexión dorsal del tobillo es indiscutible. Pero existe una controversia en su capacidad de invertir el pie. Algunos opinan que el músculo se encuentra tan cerca al eje de la articulación subastragalina, que su efecto sobre esa articulación es insignificante.

Otros informan de un pequeño momento de inversión en la articulación subastragalina. Se realizó un estudio utilizando muestras de cadáveres lo cual permitió investigar a cerca de la contribución del tibial anterior en la inversión de pie y no solo en la articulación subastragalina. Este estudio demostró que mientras que el tibial anterior nunca se contrae solo para invertir el pie, se contrae activamente durante la inversión del pie en la mayoría de los individuos. Otros investigadores, señalan que la actividad del tibial anterior en la inversión es variable. Un análisis biomecánico para medir su brazo de palanca de inversión estima longitudes de aproximadamente 10 mm o menos, más pequeño que su brazo de palanca de dorsiflexión. El brazo de palanca de inversión de tibial posterior y flexor largo del dedo gordo, puede explicar su actividad variable durante la inversión. Así como el tibial anterior se contrae

excéntricamente para controlar la plantiflexión del tobillo en el golpe de talón en la marcha, su capacidad de invertir el pie puede ayudar a controlar la pronación que se produce normalmente justo después de golpe de talón.

Independientemente de la medida de la participación del tibial anterior en inversión, es importante reconocer que el tibial anterior es capaz de producir una combinación de la flexión dorsal y la inversión (pronación y supinación) porque es un músculo multiarticulado, produciendo la flexión dorsal (pronación) en el tobillo y la inversión (supinación) en las articulaciones subastragalina y del tarso transversales.

La contribución del tibial anterior a la inversión activa explica su capacidad para proporcionar soporte dinámico para el arco longitudinal medial.

El apoyo principal para los arcos de los pies durante la postura tranquila es ligamentosa. Sin embargo con arcos aplanados exhiben aumento de la actividad del tibial anterior, así como otros músculos de la pierna durante las funciones dinámicas. Este aumento de la actividad puede indicar un intento de aumentar la estabilidad del pie

Inserción muscular

Inserción proximal: Cóndilo lateral y media proximal a dos tercios de la superficie lateral de la diáfisis tibial, la superficie anterior de la membrana interósea, fascia profunda, y el tabique intermuscular entre éste y el extensor largo de los dedos.

Inserción distal: En las superficies mediales e inferiores de la cuña medial y la parte contigua de la base del primer hueso metatarsiano.

Inervación: nervio peroneo profundo (L4, L5)

La palpación: El músculo se palpa fácilmente en su inserción proximal en la tibia proximal y distal lo largo de su tendón.

Efectos de la debilidad:

A pesar de que existen más músculos dorsiflexores, el tamaño y la ventaja mecánica del tibial anterior le permiten ser el más fuerte. Con el tobillo colocado en punto muerto, la estimulación eléctrica del músculo tibial anterior produce 42% del par total de dorsiflexión producido por una contracción voluntaria máxima de todos los flexores dorsales. Así la debilidad del tibial anterior debilita severamente, pero no elimina la dorsiflexión del tobillo activo. La pérdida del tibial anterior solo afecta la capacidad de controlar el pie después de contacto del talón durante la locomoción normal.

La debilidad del tibial en conjunto con los otros músculos dorsiflexores pueden producir una incapacidad para levantar el pie durante la fase de balanceo de la marcha. La dorsiflexión inadecuada durante la oscilación produce una caída del pie en la que el pie cuelga hacia el suelo a medida que avanza la extremidad. Además, aislada la debilidad del tibial anterior sale del peroneo lateral largo, su antagonista, sin oposición, produciendo la flexión plantar del primer metatarsiano.

2.2.1.2 Musculo extensor largo del dedo gordo

El extensor largo del dedo gordo tiene un área transversal fisiológica más pequeña que del tibial anterior.

El papel de los extensores del dedo gordo del pie es clara, el extensor largo del dedo gordo realiza la única fuerza de extensión activa de la articulación interfalángica y la fuerza de extensión activa primaria de la articulación metatarsofalángica. El extensor largo del dedo gordo tiene solamente un brazo de palanca ligeramente menor para la flexión dorsal en el tobillo que el tibial anterior y, en consecuencia, también contribuye a la flexión dorsal del tobillo activo.

En contraste, aunque algunos autores informan de que el extensor largo del dedo gordo contribuye a la inversión del pie, cruza muy cerca del eje de la articulación subastragalina, y su contribución a la articulación subastragalina no está claro. En un estudio de muestras de cadáveres, se verificó una capacidad de supinación de todo el pie y revela la actividad electromiográfica del extensor largo del dedo gordo durante algunas actividades de supinación de todo el pie, como el levantamiento de la cara medial del pie del suelo al estar en bipedestación.

Inserción muscular

Inserción proximal: superficie lateral del cóndilo lateral de la tibia, dos tercios proximales a tres cuartas partes de la superficie medial del peroné, fascia profunda, y la superficie anterior adyacente de la membrana interósea.

Inserción distal: en el dorso de las articulaciones metatarsofalangicas y las falanges proximales de los cuatro dedos laterales. Un deslizamiento central inserta a la base de la falange media, y dos tiras colaterales insertar a la base de la falange distal.

Efectos de la debilidad:

La debilidad del extensor largo del dedo gordo debilita la extensión en la articulación metatarsofalángica e interfalángica del primer dedo.

Durante la locomoción normal en el primer contacto individual del suelo con el talón, la fuerza de reacción del suelo se aplica en el momento de flexión plantar a todo el pie, que es resistida por todos los flexores dorsales. La debilidad del extensor largo del dedo gordo disminuye la capacidad del individuo para controlar el descenso de la parte medial del pie, particularmente del dedo gordo del pie.

2.2.1.3 Musculo tercer peroneo del pie

El peroneo tercero es parte del extensor largo de los dedos y está ausente en aproximadamente 5% de la población. Cuando está presente, es visible en la cara lateral del dorso del pie. Es el más pequeño de los músculos dorsiflexores.

Inserción muscular

Inserción proximal: tercio distal de la superficie medial del peroné y superficie de la membrana interósea. (Este músculo es una parte parcialmente separada del extensor largo de los dedos)

Inserción distal: parte medial de la superficie dorsal de la base del quinto hueso metatarsiano.

Inervación: nervio peróneo profundo

La palpación: Si está presente, el tendón se palpa en la superficie dorso lateral del pie, ya que se inserta en la base del quinto metatarsiano.

El papel del peroneo tercero en la dorsiflexión del tobillo y eversión del pie. Sin embargo, su tamaño y la presencia variable sugieren que sólo desempeña un papel accesorio en estos movimientos.

Efectos de la debilidad:

Debilidad del peroneo tercero se produce en conjunción con la debilidad del extensor largo de los dedos y los otros músculos dorsiflexores.

2.2.2 Músculos superficiales del compartimento posterior

Los músculos superficiales del compartimento posterior incluyen el gemelo, sóleo, y el musculo plantar. Estos tres músculos forman la musculatura de la pantorrilla y dan a esta su forma característica. Las estimaciones sugieren que estos tres músculos contribuyen 60-87% del total flexión plantar.

El gastrocnemio y sóleo se insertan de forma conjunta en la superficie posterior del calcáneo por medio del tendón de Aquiles y juntos forman el tríceps sural. El plantar también puede unirse al tendón de Aquiles. Las funciones de estos tres músculos en la parte posterior del pie y tobillo son similares y dependen de su unión común para el tendón de Aquiles. Para apreciar el comportamiento de los músculos superficiales del compartimento posterior, es útil examinar la mecánica del tendón de Aquiles.

2.2.2.1 Importancia del tendón de Aquiles

El tendón de Aquiles es el tendón más grueso y fuerte del cuerpo. Su apego a la superficie posterior del calcáneo y de los músculos tríceps sural poseen un gran brazo de palanca y una ventaja mecánica significativa en la flexión plantar. Las estimaciones sobre el brazo de momento de flexión plantar del tendón de Aquiles puede variar de aproximadamente 5 a 6 cm. Algunos estudios informan que el brazo de momento de plantiflexión del tendón de Aquiles es máxima cuando el tobillo está en punto muerto. Sin embargo, otros informan de que el brazo de momento aumenta a medida que se realiza flexión plantar de tobillo. Todos los informes coinciden en que el mayor brazo tienen todos los músculos que cruzan el tendón de Aquiles. También posee un brazo de palanca la inversión, al menos cuando el pie está en la posición neutral o pronación. Así que tanto el gastrocnemio y sóleo potencialmente contribuyen a la inversión de la parte posterior del pie.

La resistencia y rigidez del tendón de Aquiles contribuyen a la rigidez total del tobillo y aumentan la eficiencia de la marcha al permitir que el tendón almacene energía a medida que se estira como un resorte durante la fase de apoyo de la marcha. Las exposiciones del tendón de Aquiles son hasta aproximadamente el 5-6% de deformación durante las contracciones vigorosas de flexión plantar y marcha normal. La elasticidad del tendón de Aquiles proporciona energía pasiva a actividades tales como caminar, correr y saltar y juega un papel importante en la maximización de la eficiencia de estas actividades.

Estudios en cadáveres sugieren que la resistencia a la rotura del tendón de Aquiles es aproximadamente 4,600 N (1.034 libras) que aumenta con la velocidad de carga. A pesar del tamaño y la fuerza, el tendón de Aquiles es el tendón que con mas frecuencia se rompe en el cuerpo, y la incidencia de rotura está aumentando. Una razón de la alta incidencia puede estar relacionado con el suministro vascular al tendón, cosa que se reduce en la zona intermedia del tendón, entre sus anexos a los vientres musculares y el calcáneo.

Relevancia clínica

Roturas del tendón de Aquiles: Las roturas del tendón de Aquiles son más comunes en las personas sedentarias que participan en la actividad esporádica, físicamente extenuante.

2.2.2.2 Gastrocnemio

El gastrocnemio es el músculo superficial de la pantorrilla, y sus dos vientres musculares se identifican fácilmente en la superficie posterior de la pierna.

Inserción muscular

Inserción proximal:

Cabeza Medial: Parte superior y posterior del cóndilo femoral medial detrás del tubérculo del aductor y de una zona ligeramente elevada sobre la superficie poplítea del fémur por encima del cóndilo medial.

Cabeza lateral: Parte superior y posterior de la superficie lateral del cóndilo femoral lateral y la parte inferior de la línea supracondílea correspondiente.

Inserción distal: cara posterior del calcáneo a través del tendón de Aquiles.

Inervación: nervio Tibial (S1, S2)

La palpación: Los vientres músculo gastrocnemio se palpan como dos masas musculares casi simétricas en el proximal de la mitad de la pierna posterior.

Los investigadores están de acuerdo en que el gastrocnemio juega un papel importante en la flexión plantar del tobillo. Funciona con el sóleo para levantar el peso del cuerpo al levantarse en la parte delantera del pie. Es activo durante la fase de apoyo de la marcha para ayudar en la progresión hacia delante y para controlar el deslizamiento hacia adelante del cuerpo sobre la postura. También ayuda a estabilizar el tobillo cuando el individuo se da la vuelta y con el pie a finales de postura. El brazo de momento de inversión del tendón de Aquiles apoya el papel del gastrocnemio en inversión.

Efectos de la debilidad:

El gastrocnemio proporciona una fuerza de flexión plantar sustancial, y la pérdida de la fuerza del gastrocnemio produce una gran disminución de

plantiflexión. La disminución de la fuerza de flexión plantar obstaculiza la capacidad de un individuo a levantarse en los dedos del pie o subir escaleras, y la locomoción normal se deteriora significativamente

Efectos de estanqueidad:

La opresión del gastrocnemio puede limitar el rango de movimiento (ROM) de dorsiflexión, pero debido a que cruza la rodilla y el tobillo, su efecto sobre el rango de movimiento de tobillo depende de la posición de la rodilla. Un clínico identificó estanqueidad del gastrocnemio mediante el examen de la dorsiflexión ROM con la rodilla extendida, poniendo el gastrocnemio en tramo, y con la rodilla flexionada, poniendo el músculo en holgura. La mayoría de las personas presentan menos ROM de flexión dorsal con la rodilla extendida que con la rodilla flexionada

Según Moseley citado por (Oatis, 2009), utiliza datos normativos de 300 hombres y mujeres sujetos sin patología para sugerir que la dorsiflexión de menos de 4 ° con la rodilla extendida indica hipo movilidad. La posición normal de pie requiere la capacidad de llegar a la dorsiflexión neutra con la rodilla extendida. La locomoción normal utiliza aproximadamente 5 ° de flexión dorsal con la rodilla extendida, y la tirantez de los músculos gemelos puede afectar la capacidad de un individuo de pasar el pie adelante en la fase de apoyo de la locomoción.

2.2.2.3 Músculo sóleo

El sóleo se encuentra profundo para el gastrocnemio y posee la mayor área de la sección transversal fisiológica de todos los músculos de la pierna. Su área de la sección transversal fisiológica es aproximadamente dos veces más que la del gastrocnemio.

Al igual que el gastrocnemio, el sóleo es, sin duda, un flexor plantar. Con su gran área de sección transversal, que es capaz de grandes fuerzas. El sóleo se compone sobre todo de las fibras musculares de tipo I, mientras que los gemelos se componen de tipo I y aproximadamente la mitad de la mitad fibras tipo II.

La actividad electromiográfica del sóleo es evidente en flexión plantar a resistencia baja, mientras que la actividad del gastrocnemio aparece con mayor resistencia. Del mismo modo, las contracciones de alta velocidad con la rodilla extendida reclutan mucho más el gastrocnemio. Cuando se flexiona la rodilla, el sóleo es reclutado independientemente de la velocidad de la flexión plantar.

El sóleo parece muy adecuado para desempeñar un papel más importante en actividades fásicas como el control de la postura erguida, mientras que el gastrocnemio es fundamental en la alta velocidad y actividades contundentes tales como saltar. Tanto los músculos gastrocnemio y sóleo son activos durante la fase de apoyo de la marcha, aunque la actividad del sóleo comienza antes, y la actividad del gastrocnemio dura más tiempo. El sóleo y gastrocnemio contribuyen a transmitir la progresión en la postura, pero el sóleo ayuda a desacelerar la pierna cuando el cuerpo se desliza hacia adelante sobre el pie fijo en apoyo medio. Al igual que el gastrocnemio, el sóleo con su inserción en el tendón de Aquiles tiene un pequeño brazo de palanca de inversión, lo que sugiere que el sóleo puede contribuir a la inversión de la parte posterior del pie.

Efectos de la debilidad:

La debilidad del sóleo produce una pérdida significativa en la fuerza de flexión plantar con el consiguiente deterioro en la locomoción. La debilidad del sóleo deteriora la capacidad para controlar, ejemplo; la postura cuando el cuerpo se desliza sobre el pie, y la postura cuando existe dorsiflexión del tobillo excesiva. Además, un individuo con debilidad del sóleo tiene dificultad para rodar sobre la parte delantera del pie más tarde en la postura y, en consecuencia, puede presentar una elevación del talón. (Oatis, 2009, pág. 848)

2.2.2.4 Músculo plantar

El plantar es un pequeño músculo que se encuentra entre el músculo gastrocnemio y sóleo. Estudios en cadáveres sugieren que no se da en el 5-10% de la población, aunque en un examen de 40 individuos sometidos a reparación quirúrgica de un tendón de Aquiles roto, reveló ausencia del plantar en 60% de los sujetos.

Inserción muscular

Inserción proximal: Parte inferior de la cresta supracondílea lateral, parte adyacente de la superficie poplíteo del fémur, y el ligamento poplíteo oblicuo.

Inserción distal: superficie posterior del calcáneo a través del tendón de Aquiles

Inervación: nervio tibial (S1, S2)

Palpación: No palpable

Aunque el plantar cruza la rodilla y el tobillo en línea con el gastrocnemio medial, su tamaño y su presencia variable de sugiere que no proporciona ninguna función única en el tobillo y el pie.

2.2.3 Músculos profundos del compartimento posterior

Los músculos profundos del compartimento posterior de la pierna incluyen el tibial posterior, flexor largo de los dedos y flexor largo del dedo gordo. Estos músculos se envuelven alrededor de la cara medial del tobillo y del pie, donde se palpan fácilmente. Los tendones del tibial posterior, flexor largo de los dedos y flexor largo del dedo gordo se encuentran con el paquete neurovascular en el túnel tarsal formado por el ligamento deltoideo y el retináculo flexor. El atrapamiento del nervio o tendones se forman al entrar o salir del túnel tarsiano.

2.2.3.1 Músculo tibial posterior

El tibial posterior es el más profundo de los músculos profundos del compartimento posterior de la pierna. Su área de la sección transversal fisiológica es más que el área de la sección transversal fisiológica de los otros dos músculos profundos combinados.

El tibial posterior tiene un brazo de palanca de inversión en la articulación subastragalina de casi 3 cm, casi tres veces la del tibial anterior. Su tamaño y gran brazo de momento hacen que sea el inversor principal de la articulación subastragalina, y los datos electromiográficos soportan esta función. De manera parecida, su extenso archivo adjunto en los otros huesos del tarso contribuye a su eficacia en la inversión de todo el pie. Por el contrario, su brazo de momento de flexión plantar del tobillo es de aproximadamente 1 cm y se acerca a cero cuando se hace flexión plantar del tobillo. El tibial posterior con los otros músculos profundos del compartimento posterior produce flexión plantar, pero su acción principal es la inversión.

El tibial posterior (TP) también parece contribuir al apoyo dinámico del arco longitudinal medial. Los ligamentos del tobillo son el soporte principal de los arcos del pie durante la postura estática. Sin embargo, los músculos proporcionan apoyo adicional para el pie durante la actividad tales como la locomoción. El TP ayuda a controlar el descenso del arco durante la carga y contribuye a la restauración del arco más tarde en la postura.

Inserción muscular

Inserción proximal:

Parte medial: cara posterior de la membrana interósea y área lateral en la superficie posterior de la tibia entre la línea del sóleo y la unión de los tercios medio e inferior del eje de abajo.

Parte lateral: Dos terceras partes de la superficie posterior del peroné, fascia profunda transversal y septos intermuscular.

Inserción distal: tuberosidad navicular y la superficie plantar del cuneiforme medial y el margen distal del sustentáculo del astrágalo, todos los huesos del tarso, excepto el astrágalo, y las bases de los tres metatarsianos.

Inervación: nervio tibial

La palpación: El tendón del tibial posterior se palpa a lo largo del borde posterior del maléolo medial. El vientre muscular se puede palpar justo posterior a la superficie media de la diáfisis de la tibia

Efectos de la debilidad:

La debilidad del tibial posterior afecta la fuerza de inversión, al menos una disminución del 50% en la fuerza. El TP es un estabilizador importante de la parte delantera del pie, y la debilidad afecta la capacidad de un individuo a levantarse en los dedos, incluso con los músculos plantares intactas, porque el pie es inestable. La debilidad también produce un desequilibrio con los músculos evertores, y el pie tiende a eversión y a realizar demasiada pronación.

Los pacientes con disfunción del tendón tibial posterior (TTP) aumentan la pronación en la parte posterior del pie y la parte delantera del pie, lo que refleja una amplia función de los músculos en el apoyo de la mayor parte de los pies. (TTP) es una causa primaria de los pies planos adquiridos y altera el movimiento normal de los huesos del tarso durante la carga de peso y la marcha. Los factores asociados con un mayor riesgo de TTP son la obesidad, el envejecimiento, la hipertensión, la diabetes y la insuficiencia vascular dentro del tendón.

La deformidad plana del pie, también parece ser un factor de riesgo para una ruptura del tibial posterior. Según Arai et al. citado por (Oatis, 2009), informa un aumento de la resistencia en el tibial posterior a deslizarse por todo el maléolo medial en especímenes con los pies planos. El aumento de la fuerza de fricción en el tendón

tibial posterior puede contribuir a un mayor riesgo de que el tendón se rompa en un pie plano.

Relevancia clínica

Ruptura del tibial posterior: La rotura espontánea del tendón tibial posterior produce dolor y limitaciones funcionales significativas. Con frecuencia se produce después de un episodio prolongado de tendinitis crónica. Su asociación con deformidades del pie preexistente, la obesidad, el envejecimiento y la hipertensión sugiere que los tratamientos para controlar el pie plano como dispositivos ortopédicos para limitar la pronación pueden ayudar a reducir la presión sobre el tendón tibial posterior y pueden ayudar a prevenir la ruptura. Se necesitan estudios de resultados para determinar la eficacia de este tipo de intervenciones. (Oatis, 2009, pág. 851)

Efectos de estanqueidad:

La opresión del tibial posterior tira del pie en inversión y aducción de la parte delantera del pie y puede incluir ligera flexión plantar, produciendo un varo o una deformidad del pie equino-varo. Tales deformaciones se encuentran a menudo en individuos con espasticidad de la tibial posterior o con un desequilibrio entre el tibial posterior y los evertores del pie.

2.2.3.2 Músculo flexor largo del dedo gordo

El flexor largo del dedo gordo es más profundo y posterior al tendón del tibial posterior y flexor largo del pulgar.

El flexor largo del dedo gordo es el flexor principal de la puntera extraordinaria y es el único músculo para flexionar la articulación interfalángica del primer dedo. Al igual que el flexor largo de los dedos, la prueba muscular manual en la articulación interfalángica aísla el flexor largo del dedo gordo e identifica la debilidad en ese músculo. El flexor largo del dedo gordo posee un brazo de momento de flexión plantar más grande que el tibial posterior y contribuye a la flexión plantar de tobillo. Aunque el sóleo y gastrocnemio son los flexores plantares primarios del tobillo, algunas personas parecen reclutar el flexor largo del dedo gordo como un plantiflexor. Las personas que han sufrido una ruptura del tendón de Aquiles reclutan el flexor largo del dedo gordo más que el sóleo.

Este patrón de reclutamiento es el resultado de la lesión o un patrón motor que predispone a una persona a la lesión. Sin embargo, estos datos refuerzan el papel del flexor largo del dedo gordo como un plantiflexor de tobillo.

Aunque algunos estudios reportan que es similar en tamaño a la del flexor largo de los dedos, otros sugieren que el flexor largo del dedo gordo es más grande y más fuerte que el flexor largo de los dedos. En contraste, el flexor largo del dedo gordo tiene el brazo de palanca de inversión más pequeño de los tres músculos y contribuye de forma variable a la inversión del pie.

Efectos de debilidad

La debilidad del músculo flexor largo del dedo gordo, debilita la flexión del dedo gordo y probablemente contribuye a la disminución de la fuerza de flexión plantar. La debilidad también puede contribuir a la ligera debilidad de la inversión.

Efectos de estanqueidad

Opresión del flexor largo del dedo gordo limita la extensión de las articulaciones de los dedos de los pies sobre todo cuando se dorsiflexión del tobillo.

Inserción muscular

Inserción proximal: dos tercios distales de la superficie posterior del peroné, la membrana interósea adyacente, y la fascia que cubre la tibia.

Inserción distal: aspecto plantar de la base de la falange distal del dedo gordo.

Inervación: nervio tibial (L5, S1, S2)

La palpación: El tendón del flexor largo del dedo gordo se palpa posterior y ligeramente distal al maléolo medial.

2.2.4 Músculos del compartimento lateral de la pierna.

El peroneo lateral largo y corto se encuentran en la cara lateral de la pierna y son palpables, alrededor de la curva del maléolo lateral. Aunque no son los únicos evertores del pie, que parecen ser los evertores primarios, contribuyendo un estimado de 65% de la capacidad total de trabajo de los evertores.

2.2.4.1 Músculo peroneo largo

El peroneo lateral largo (PLL) es palpable a través de gran parte de su longitud a lo largo de la cara lateral de la pierna. El PLL realiza eversion del pie, que presenta un brazo de momento de eversion de 1- 3 cm y un área mayor de la sección

transversal fisiológica que el peroneo lateral corto. Estudios en cadáveres revelan que posee un brazo de momento de flexión plantar, aunque considerablemente más pequeñas que la del tendón de Aquiles. Además, que parece desempeñar un papel secundario en la flexión plantar del tobillo.

El peroneo largo juega un papel importante en la estabilización de la parte delantera del pie por realizar plantiflexión, aunque este papel con frecuencia se ignora. Esta función es evidente durante la marcha, ya que el peroneo lateral largo está activo en apoyo medio para estabilizar la parte delantera del pie como el cuerpo se mueve sobre el pie.

Inserción muscular

Inserción proximal: Las fibras del cóndilo lateral de la tibia, la cabeza y dos tercios proximales de la superficie lateral del peroné, y septos anteriores y posteriores intermusculares crurales.

Inserción Distal: Lado lateral de la base del primer metatarsiano y el hueso cuneiforme medial y la base del segundo metatarsiano.

Inervación: nervio peroneo superficial.

La palpación: El vientre muscular del peroneo lateral largo se palpa justo distal a la cabeza del peroné. El tendón se palpa justo por detrás del maléolo lateral.

Efectos de la debilidad:

La debilidad del peroneo lateral largo contribuye a la debilidad en la eversión del pie. En consecuencia, los inversores, particularmente los del tibial posterior, tira de los pies en la inversión o inversión con la flexión plantar dando como resultado un varo o un equino varo.

2.2.4.2 Musculo peroneo lateral corto

El peroneo lateral corto se encuentra por delante del peroneo lateral largo

Inserción muscular

Inserción proximal: Dos tercias partes de la superficie lateral del peroné.

Inserción distal: Tubérculo lateral en la base del quinto hueso metatarsiano.

Inervación: nervio peroneo superficial (L5, S1).

La palpación: El tendón peroneo lateral corto se palpa como en la superficie posterior al maléolo lateral y se desplaza hacia la base del quinto metatarsiano. El vientre muscular puede palparse proximal al maléolo y posterior al tendón del peroneo lateral largo.

El peroneo lateral corto es sin duda un evertor del pie, que afecta a las articulaciones subastragalina y tarsal del pie. Tiene un brazo de palanca similar y quizás un poco más grande que la del peroneo largo. Al igual que el peroneo lateral largo, el peroneo lateral corto también posee una pequeña pero medible brazo de momento de flexión plantar.

Relevancia clínica

Esguinces en inversión del tobillo: La mayoría de los esguinces de tobillo ocurren como el resultado de un giro medial súbito, forzada del tobillo, produciendo un esguince de inversión. Este movimiento se aplica una fuerza de tracción enérgica a los ligamentos y los tendones en el aspecto lateral del tobillo, incluyendo el peroneo lateral corto. Se señala que el hueso sustenta fuerzas de compresión mayores que las fuerzas de tensión ante el fracaso. Cuando la fuerza final del tendón o ligamento excede la resistencia a la rotura del hueso, el tendón o ligamento tira de un trozo de hueso, produciendo una fractura por avulsión, en lugar de un tendón o ligamento desgarrado. Un esguince de inversión produce con frecuencia una fractura por avulsión del quinto metatarsiano en su tuberosidad tirando del peroneo lateral corto de su inserción distal.

Efectos de la debilidad

La debilidad del peroneo lateral corto disminuye la fuerza de eversión y contribuye a un desequilibrio entre los músculos inversores y evertores. En consecuencia, la debilidad del peroneo lateral corto aumenta la contribución relativa de los inversores y conduce a una deformidad en varo.

2.3 Análisis de las fuerzas en el tobillo y pie durante la actividad.

Los pies son la plataforma en la que se destacan los seres humanos y de la que se impulsan a lo largo de la tierra durante la locomoción. Lo principal de todas estas tareas es la capacidad del pie para soportar grandes cargas. El propósito de

este capítulo de la investigación es examinar las cargas sufridas por las estructuras del pie durante las actividades que soportan peso y cómo estas cargas contribuyen a las quejas que los pacientes reportan en la clínica.

2.3.1 Análisis bidimensional de las fuerzas en el tobillo

Un análisis bidimensional de las fuerzas en el tobillo mientras se está de pie en puntillas demuestra el importante papel que juega el calcáneo en posición vertical.

Los músculos plantares proporcionan la fuerza necesaria para levantar el peso corporal desde el piso, y el calcáneo proporciona un gran brazo de palanca para los flexores plantares, mejorando su ventaja mecánica. La fuerza de reacción del suelo produce una dorsiflexión, un brazo de palanca extensor de 47,4 Nm que requiere una contraposición del par interno. Suponiendo que cada pie lleva la mitad del peso corporal, de pie en puntillas requiere que los músculos plantares en cada pie generen una fuerza que es aproximadamente 1,2 veces el peso corporal.

Un brazo de palanca más pequeño para los músculos plantares requeriría una fuerza más grande de la contracción. Cuando el individuo se eleva en los dedos de los pies, el brazo de palanca de los músculos plantares disminuye.

A pesar de la ventaja de los flexores plantares y el brazo de palanca reducido de la fuerza de reacción del suelo, la fuerza de reacción conjunta sobre el tobillo durante puntillas es casi el doble de peso corporal.

2.3.2 Cálculo de las fuerzas en el tobillo mientras está de pie de puntillas

Las siguientes dimensiones se basan en un individuo que es de aproximadamente 5 pies 10 pulgadas de estatura (1,75 m) y pesa 150 libras (668 N). Los parámetros del segmento de la extremidad se extrapolan a partir de los datos antropométricos de Braune, Fischer y Winter.

Se supone que la fuerza de flexión plantar es proporcionado en su totalidad por el tríceps sural.

Longitud del pie (L): 0,2 m

Brazo Momento de tríceps sural: 0,06 m (15,21)

Fuerza de reacción del suelo (G) es la mitad del peso corporal: 334 N

Brazo de palanca de la fuerza de reacción del suelo: 0.142 m

$$\Sigma M=0$$

$$(G \times 0.142 \text{ m}) - (T \times 0.06) \text{ m} = 0$$

$$47.4 \text{ Nm} = T \times 0.06 \text{ m}$$

$$T = 790 \text{ N}$$

$$T = 1.2 \text{ BW}$$

2.3.3 Cálculo de las fuerzas de reacción conjuntas en el astrágalo.

La fuerza del tríceps sural se aplica a los pies en un ángulo de 80° y la fuerza de reacción del suelo es vertical.

$$\Sigma F_x:$$

$$J_x + T_x = 0$$

$$J_x = -T_x$$

$$\text{Donde } T_x = T (\cos 80^\circ)$$

$$J_x = -T (\cos 80^\circ)$$

$$J_x = -137 \text{ N}$$

$$\Sigma F_y:$$

$$J_y + T_y + 334 \text{ N} = 0$$

$$\text{Donde } T_y = T (\sin 80^\circ)$$

$$J_y = -334 \text{ N} - 782 \text{ N}$$

$$J_y = -1116 \text{ N}$$

Usando el teorema de Pitágoras

$$J^2 = J_x^2 + J_y^2$$

$$J = 1124 \text{ N}$$

$$J = 1.7 \text{ BW}$$

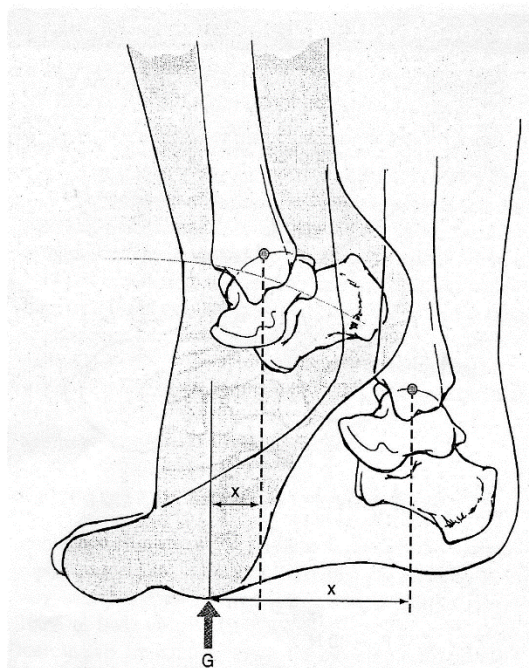
Usando trigonometría, la dirección de J se puede determinar:

$$\sin \Theta = J_x/J$$

$$\Theta = 7^\circ \text{ vertical}$$

Ilustración 1: Brazo de palanca de dorsiflexión

El aumento de Flexión plantar del tobillo disminuye el brazo de palanca de dorsiflexión (x) de la fuerza de reacción del suelo (G).



Fuente: Mechanics and Pathomechanics of muscle activity at the ankle and foot.

2.3.4 Fuerzas aplicadas a las regiones del tobillo y del tarso en actividad

Existen algunas actividades que provocan que la fuerza de reacción del suelo se eleve por encima del peso corporal generando mayor fuerza muscular conjunta en el tobillo. Estas actividades pueden ser, pararse en un solo pie en el que la fuerza de reacción del suelo es igual al peso de todo el cuerpo, o caminar, cuando las aceleraciones provocan que la fuerza de reacción del suelo también se eleve. Los momentos estimados de flexión plantar internos durante la locomoción tienen un rango normal de 83 a 117 Nm.

La determinación en vivo de tendón de Aquiles durante la marcha revela fuerzas medias máximas de 1.430 N y 500 N (321 ± 112 1B). Un modelo biomecánico del pie predice los picos de fuerza en el tendón de Aquiles que son cuatro veces más que el peso del cuerpo. Las altas cargas del tendón de Aquiles al fracaso revela que las cargas sostenidas durante la marcha muy por debajo de la resistencia máxima es un promedio de $5,579 \pm 1,143$ N ($1,253 \pm 257$ 1b).

Sin embargo, los cambios degenerativos en el tendón tiende a reducir la resistencia a la rotura del tendón de modo que las cargas sufridas durante los movimientos de alta velocidad, tales como lanzarse a una pelota, tropiezos o saltar son ciertamente suficiente para superar la tolerancia de un tendón de Aquiles debilitado y producir una ruptura. Las fuerzas de reacción conjuntas a la articulación del tobillo durante la marcha sugieren que el tobillo sostiene picos de carga de compresión tres a cinco veces el peso corporal. Se reportan cargas de más de 10 veces el peso corporal durante el funcionamiento. A pesar de estas muy grandes cargas aplicadas al tobillo con cada paso, el tobillo parece bastante inmune a cambios degenerativos a menos que se precipitan por trauma articular. La articulación talocrural es bastante congruente, que parece ayudar a reducir las tensiones conjuntas. Además, los estudios demuestran que el área de contacto entre el astrágalo y la tibia y el peroné es el más grande y el estrés se minimiza con el tobillo en flexión plantar. Las máximas fuerzas conjuntas durante la acción de caminar y correr se producen con la flexión plantar del tobillo, y aunque la articulación del tobillo sostiene grandes fuerzas de reacción conjuntas, las tensiones parecen ser lo suficientemente pequeña como para evitar la degeneración de las superficies.

Los estudios también examinan las fuerzas sufridas en otras partes del pie. Los datos recogidos a partir de muestras de cadáver durante la carga del pie y el tobillo sugieren que la articulación subastragalina sostiene cargas de hasta 2000 N (450 libras), o más de cuatro veces el peso corporal, y las tensiones de 3 a 4 MP durante la carga axial o de la marcha.

2.3.5 Cargas en la superficie plantar del pie durante la carga

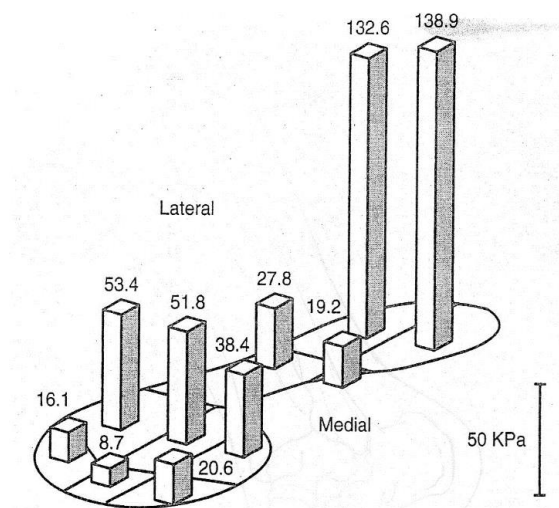
En esta parte se demuestra las estructuras del pie que soportan grandes pesos durante las actividades, especialmente las actividades del aparato locomotor. Estas cargas están directamente relacionadas con las fuerzas de contacto entre el pie y el suelo. Mientras caminamos, el pie choca con el suelo a cada paso, y cada choque es aún más vigoroso en el funcionamiento. El pie posee muchas estructuras especiales "para sostener tales colisiones repetidas, incluyendo la almohadilla de grasa en la superficie plantar del talón, la aponeurosis plantar, las placas plantares de las articulaciones metatarsofalangicas e interfalángicas, así como la arquitectura ósea especial del pie.

La magnitud y la ubicación de las cargas aplicadas a la superficie plantar del pie contribuyen a muchas quejas de dolor en el pie y la disfunción, desde el dolor de

pies y ampollas para las úlceras diabéticas. Una comprensión de los factores que contribuyen a las características de carga del pie ayuda los médicos a identificar maneras de minimizar los efectos perjudiciales de estas cargas. Las cargas en el pie se describe típicamente por la presión que, al igual, que el estrés, la fuerza / área, donde la fuerza medida es perpendicular al dispositivo de medición. En los estudios de los pies, presión es una aproximación cercana de la tensión vertical sobre el pie. Investigación del patrón de carga del pie revela, como se esperaba, que las mayores cargas y presiones verticales se aplican al talón en contacto con el suelo.

La mayor parte de la superficie plantar del pie sostiene presiones sustanciales durante la fase de apoyo de la marcha, las presiones más grandes se encuentran en el talón, cabezas de los metatarsianos y el dedo gordo del pie. (Oatis, 2009, pág. 870)

Ilustración 2: Distribución de presiones en la superficie plantar.



Fuente: Mechanics and Pathomechanics of muscle activity at the ankle and foot.

2.4 Esguince de tobillo

Se caracteriza porque uno o más de sus ligamentos se rompen de manera parcial o total, en la articulación del tobillo y tiene algunas características que se presentan una vez ocurrido el episodio, como limitación funcional, edema y dolor, es el resultado de la distensión de los ligamentos de esta área lo cual genera una tracción de los mismos más allá de los límites anatómicos normales. (Blum, 2009) y (Brent, 2011).

Los ligamentos del tobillo se ven afectados con mayor frecuencia durante las actividades que se desarrollan en la vida diaria y en la práctica deportiva (Pérez, y otros, 2004), es entonces una patología que posee una incidencia alta comparada con otras de todo el sistema músculo esquelético, y ese valor es uno por cada 10.000 habitantes.

Según el sistema West Point Sprain Grading (WPASG) citado por (Dutton, 2015), el esguince es definido como una lesión que estira las fibras ligamentosas. La inversión y flexión plantar son los mecanismo más comunes de esguince, con daños en los ligamentos laterales. La eversión y rotación externa pueden provocar esguinces mediales resultando dañados el ligamento deltoideo y/o los ligamentos de la articulación tibioperonea distal.

El pronóstico de los esguinces de tobillo es depende d algunos factores como la gravedad y el grado de la lesión, edad del paciente y las recurrencias.

3.4.1 Esguince lateral de tobillo

El ligamento lateral externo se ve afectado, debido a que en el apoyo inicial del retropié se produce un movimiento con tendencia a la supinación y este movimiento se constituye el desencadenante de la lesión. En algunas ocasiones la propiocepción intenta ayudar al momento de producción de la lesión, es entonces que se produce una distensión ligamentaria por una contracción pronadora. Al ocasionarse el hecho explicado anteriormente, puede suscitarse un esguince combinado del ligamento lateral interno, lo cual es muy raro de encontrar pero que puede darse por la práctica deportiva de intensidad (Egocheaga, 2005).

El LPAA es el menos elástico de los ligamentos laterales. La secuencia de roturas de ligamentos de una lesión por inversión es: LPAA, cápsula antero-lateral y ligamento tibioperoneo distal. La distensión progresiva por inversión produce la rotura del ligamento calcáneooperoneo, a medida que actúa la fuerza de inversión se rompe el LPAA, el más fuerte de los ligamentos laterales. (Dutton, 2015)

Los esguinces de los ligamentos laterales son más comunes que de los ligamentos mediales por dos razones principales:

- El maléolo lateral se proyecta más distalmente que el medial y opone menos obstrucción ósea a la inversión que a la eversión.

- El ligamento medial (deltoideo) del tobillo es mucho más fuerte que los ligamentos laterales.

Los esguinces laterales de tobillo se clasifican de acuerdo con el sistema West Point Sprain Grading (WPASG) citado por (Dutton, 2015) y (Guirao, Pleguezuellos, & Pérez, 2004)

- Esguince de primer grado: caracterizado por presentar un edema mínimo o ausente y sensibilidad localizada a la palpación en el LPAA. Este grado de esguince necesita 11,7 días en promedio antes de poder reanudar las actividades deportivas sin restricciones.
- Esguince de segundo grado: se caracteriza por edema localizado y sensibilidad lateral dolorosa a la palpación. Es necesaria de 2-6 semanas antes de reanudar las actividades sin ningún tipo de restricción.
- Esguince de tercer grado: caracterizado por edema, dolor y equimosis y se debe interconsultar con un especialista. Estas lesiones de tercer grado pueden durar hasta 6 semanas para recuperar la funcionalidad.

3.4.2 Esguince medial del tobillo

Según Díaz e Iñigo citado por (Logroño, 2013), El esguince interno es más raro, debido a que es un movimiento limitado por el tope del maléolo externo y por la gran consistencia del ligamento deltoideo. Se debe descartar en este caso lesiones asociadas como fractura del peroné distal (maléolo) o proximal (cuello) e incluso del astrágalo (cúpula y apófisis lateral).

La eversión forzada causa lesión al ligamento deltoideo y la combinación de esta última fuerza con rotación interna de la tibia producirá una lesión en la sindesmosis. (Rincón, Camacho, Rincón, & Sauza, 2015)

3.5 Goniometría

3.5.1 Dorsiflexión

Este movimiento se produce en el plano sagital alrededor del eje medial – lateral. La amplitud media de flexión dorsal según AAOS (American Association of Orthopaedic Surgeons) citado por (Norkin & White, 2006) es de 20 °. La ROM media de flexión dorsal activa en la posición sin carga es de 12,6°, de acuerdo con Boone y Azen.

La amplitud de la flexión dorsal se ve afectada por la postura para la prueba (rodilla flexionada o extendida) y por si la medición se hace con o sin carga. La ROM de flexión dorsal con la rodilla flexionada suele ser mayor que cuando se mide con la rodilla extendida. La flexión de la rodilla relaja los músculos gemelos, de modo que la tensión pasiva del musculo no interfiere con la flexión dorsal. La extensión de la rodilla estira los gemelos, la amplitud medida en esta posición corresponde a la longitud del musculo. La amplitud de flexión dorsal en carga suele ser mayor que la medida sin carga, y dichas posiciones no son intercambiables.

Posición para la prueba

El sujeto está sentado con la rodilla flexionada a 90° el pie se encuentra con 0° de inversión y eversión. (Taboadela, 2007)

Estabilización

Estabilizar la tibia y el peroné evitando el movimiento de la rodilla y la rotación de la cadera.

Movimientos de la prueba

Emplear una mano para desplazar el pie en flexión dorsal, solicitar al paciente que baje la punta del pie (flexión dorsal) y evitar la presión sobre el borde lateral del pie por debajo del quinto metatarsiano y los dedos de los pies. El final del movimiento tiene lugar cuando se aprecia resistencia al movimiento y los intentos por producir movimiento adicional causa la extensión de la rodilla. El paciente es quien realiza el movimiento, el examinador únicamente lo acompaña.

Tope final normal

La sensación de tope final es firme debido a la tensión de la parte posterior de la capsula articular, el musculo soleo, el tendón de Aquiles, la porción posterior del

ligamento deltoideo, el ligamento astragaloperoneo posterior y el ligamento calcáneooperoneo. (Norkin & White, 2006)

Alineación del goniómetro

1. Centrar el fulcro (punto de apoyo de la palanca) del goniómetro sobre la cara lateral del maléolo lateral.
2. Alinear el brazo proximal con la línea media lateral del peroné usando como referencia la cabeza del mismo.
3. Alinear el brazo distal paralelo a la cara lateral del quinto metatarsiano.

Posición alternativa para la medición de la amplitud de flexión dorsal: prono

Colocar al sujeto en decúbito prono con la rodilla del lado estudiado flexionada a 90°. Colocar el pie en la posición de 0° de inversión y eversión.

3.5.2 Flexión plantar

El movimiento se produce en el plano sagital alrededor del eje medial lateral. La amplitud es de 50° según la AAOS, 40° según AMA (American Medical Association) y 56,1° según Boone y Azen citado por (Norkin & White, 2006).

Posición para la prueba

Colocar al paciente en decúbito prono con la rodilla del lado estudiado flexionada a 90°. Colocar el pie en la posición de 0° de inversión y eversión. (Taboadela, 2007).

Estabilización

Estabilizar la tibia y el peroné para evitar la flexión de la rodilla y la rotación de la cadera.

Movimientos de la prueba

Emplear una mano para acompañar el pie y pedir al paciente que lleve el pie hacia arriba para producir la flexión plantar. No aplicar ninguna fuerza sobre los dedos de los pies del sujeto y evitar forzar la inversión o eversión del tobillo. El final de la ROM se alcanza cuando se aprecia resistencia y los intentos por producir una flexión plantar adicional causan la flexión de la rodilla.

Tope final normal

Habitualmente, la sensación de tope final es firme debido a la tensión de la porción anterior de la capsula articular, la porción del ligamento deltoideo; el ligamento peroneoastragalino anterior y los músculos tibial anterior, extensor propio del dedo gordo y extensor largo de los dedos. La sensación de tope final puede ser dura debido al contacto entre los tubérculos posteriores del astrágalo y el borde posterior de la tibia. (Norkin & White, 2006)

Alineación del goniómetro

1. Centrar el fulcro (punto de apoyo de la palanca) del goniómetro sobre la cara lateral del maléolo lateral.
2. Alinear el brazo proximal con la línea media lateral del peroné usando como referencia la cabeza del mismo.
3. Alinear el brazo distal paralelo a la cara lateral del quinto metatarsiano

3.5.3 Inversión

Este movimiento es una combinación de supinación, aducción y flexión plantar que se produce en diversos grados en las articulaciones subastragalina, medio tarsiana (astrágalo-calcaneoescafoideo y calcaneocuboidea), cuboides/escafoidea, cuneoescafoideo, intercuneiforme, cuneocuboidea, tarsometatarsianas (TMT) e intermetatarsianas. La capacidad funcional del pie para adaptarse al suelo y absorber las fuerzas de contacto depende del movimiento combinado de todas estas articulaciones. Debido a las limitaciones uniaxiales del goniómetro, la inversión se mide en el plano frontal, alrededor de un eje anteroposterior.

Posición para la prueba

Colocar al paciente en decúbito prono con la rodilla del lado estudiado flexionada a 90°. Colocar el pie en la posición de 0° de inversión y eversion (Taboadela, 2007).

Estabilización

Estabilizar la tibia y el peroné para evitar la rotación medial y la extensión de la rodilla y la rotación lateral y la abducción de la cadera.

Movimientos de la prueba

Acompañar la parte posterior del pie y pedirle al sujeto gire la planta del pie medialmente en supinación para producir la inversión. El final del movimiento se alcanza cuando se aprecia resistencia y los intentos por conseguir más movimiento produce la rotación medial de la rodilla y /o la rotación lateral y la abducción de la cadera.

Tope final normal

La sensación de tope es firme debido a la tensión de las capsulas articulares; el ligamento peroneoastragalino anterior y posterior; los ligamentos astragalocalcaneos anterior, posterior, lateral, e interóseo; los ligamentos calcáneos dorsales; el ligamento calcaneocuboideo dorsal, el ligamento astragaloescafoideo dorsal; la banda lateral del ligamento bifurcado; el ligamento metatarsiano transversal, y varios ligamentos dorsales, plantares e interóseos de las articulaciones cuboides/escafoidea, cuneoescafoidea, intercuneiforme, cuneocuboidea, TMT e intermetatarsianas; y los músculos peroneo lateral largo y peroneo lateral corto. (Norkin & White, 2006)

Alineación del goniómetro

1. Centrar el fulcro sobre la cara anterior del tobillo a una distancia intermedia entre los maléolos, puede estar ubicado en la cara anterior o posterior del tobillo. (La flexibilidad del goniómetro de plástico hace que este instrumento sea más sencillo de utilizar en comparación con el goniómetro metálico para medir la inversión.)
2. Alinear el brazo proximal del goniómetro con la línea media anterior de la pierna, empleando como referencia la tuberosidad tibial.
3. Alinear el brazo distal con la línea media anterior del segundo metatarsiano.

3.5.4 Eversión

Este movimiento es una combinación de pronación, abducción y flexión dorsal que se produce en diversos grados en las articulaciones subastragalina, medio tarsiana (astragalocalcaneo escafoidea y calcaneocuboidea), cuboides/escafoidea, cuneoescafoidea, intercuneiforme, cuneocuboidea, tarsometatarsianas (TMT) e intermetatarsianas.

Posición para la prueba

Colocar al paciente en decúbito prono con la rodilla del lado estudiado flexionada a 90°. Colocar el pie en la posición de 0° de inversión y eversión. (Taboadela, 2007).

Estabilización

Estabilizar la tibia y el peroné para evitar la rotación lateral y la flexión de la rodilla y la rotación medial y la abducción de la cadera.

Movimientos de la prueba

Emplear una mano en la parte posterior del pie y solicitar al paciente que lleve el pie hacia afuera y arriba, girando la parte posterior del pie en pronación de modo que la parte lateral del pie quede superior a la parte medial para producir la eversión. Se alcanza el final de la amplitud de movimiento cuando se nota resistencia y los intentos por conseguir más movimiento causa la rotación lateral de la rodilla y/o la rotación medial y la aducción de la cadera.

Tope final normal

La sensación de tope final puede ser dura por el contacto entre el calcáneo y el suelo de la concavidad del tarso. En algunos casos, la sensación de tope puede ser firme debido a la tensión de las capsulas articulares; el ligamento deltoideo; el ligamento astragalocalcaneo medial, los ligamentos calcaneoescafoideo plantar y calcaneocuboideo; el ligamento astragaloescafoideo dorsal; la banda medial del ligamento bifurcado; el ligamento metatarsiano transversal; varios ligamentos dorsales, plantares, e interóseos de las articulaciones cuboideo/escafoideo, cuneoescafoideo, TMT e intermetatarsianas; y el musculo tibial posterior. (Norkin & White, 2006)

Alineación del goniómetro

1. Centrar el fulcro sobre la cara anterior del tobillo a una distancia intermedia entre los maléolos.
2. Alinear el brazo proximal del goniómetro con la línea de la línea media anterior de la pierna, empleando como referencia la tuberosidad tibial.
3. Alinear el brazo distal con la línea media anterior del segundo metatarsiano.

3.6 Hipótesis

¿La medición goniométrica permite hacer un seguimiento del rango articular en esguince de tobillo?

3.7 Operación de variables.

| VARIABLE | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DIMENSIONES | DEFINICIÓN OPERACIONAL | INDICADOR | ESCALA |
|---------------------------------|---|---|--|---|---------|
| Esguince de tobillo | Es la distensión o rotura total o parcial de los ligamentos del tobillo que se produce como consecuencia de la tracción o excesivo estiramiento del mismo | Grado I Grado II Gado III | <u>Esguince grado I:</u> Distensión de los ligamentos del tobillo, donde no existe inestabilidad. <u>Esguince grado II:</u> Rotura parcial de los ligamentos con inestabilidad articular. <u>Esguince grado III:</u> Rotura completa de los ligamentos. | # Esguinces grado I/ total de casos de esguinces. # Esguinces grado II / total de casos de esguinces # Esguinces grado III/ total de casos de esguinces | Ordinal |
| Tratamiento kinesioterap eutico | Es el conjunto de medios físicos y técnicas de movilidad aplicadas al paciente para su recuperación funcional. | Crioterapia Tens Laserterapia Fortalecimiento isométrico | <u>Crioterapia:</u> Aplicación de frío mediante compresas de hielo que disminuye la conducción nerviosa y por ende el dolor. <u>Tens:</u> Estimulación eléctrica | # Pacientes a quienes que se aplica crioterapia/ total de pacientes. # Pacientes que se aplica crioterapia/ total de pacientes | Ordinal |

| | | | | | |
|---|---|--|--|--|---------|
| | | | <p>nerviosa transcutanea, aplicada con electrodos adheridos a la piel.</p> <p><u>Laserterapia:</u> Es una técnica mediante la cual se aplica energía para facilitar la actividad bioquímica.</p> <p><u>Fortalecimiento isométrico:</u> Contracción muscular sin movilidad articular.</p> | <p># Pacientes a quienes se aplica laserterapia/ total de pacientes.</p> <p># Pacientes a quienes se realiza fortalecimiento o isométrico/ total de pacientes.</p> | |
| Pacientes | Pacientes con diagnóstico de esguince de tobillo | Pacientes asegurados al IESS y otros seguros privados que asistan al centro de fisioterapia de la clínica Panamericana | Personas que aporten al seguro social ecuatoriano a quienes la misma institución otorgue 10 sesiones de rehabilitación. | | Ordinal |
| Departamento de fisioterapia de la clínica Panamericana | Departamento que ofrece servicio de rehabilitación a pacientes con lesiones | El servicio de fisioterapia brinda tratamiento con máquinas como: electro | El servicio de fisioterapia cuenta con recursos necesarios para rehabilitar un | | Ordinal |

| | | | | | |
|-----------------|---|---|---|--|---------|
| | traumatologías y deportivas. | estimulador, laser, magnetoterapia. También ofrece Compresas, 1 bicicleta y 1 caminadora. | esguince de tobillo pero carece de instrumentos para rehabilitar la propiocepción de tobillo. | | |
| Edad | Grupo etario entre 16 y 40 años | Pacientes desde los 16 años hasta 40 años | Pacientes de 16 a 25 años: sufren más esguinces. En pacientes de 40 años existen pocos casos de esguince. | # Pacientes con determinada edad / número total de pacientes | Ordinal |
| Género | Al departamento de fisioterapia llegan pacientes de género femenino y masculino con esguince de tobillo | Masculino Femenino | Es probable que los pacientes de género masculino se esguince jugando futbol. Género femenino es frecuente que se esguince usando zapatos de tacón. | # Pacientes de género masculino/ total de pacientes # Pacientes de género femenino/total de pacientes | Ordinal |
| Tipo de calzado | Indumentaria usada para proteger los pies. | Zapato deportivo Zapato con alza Zapato con tacón Botas | Zapato deportivo: Usados para correr, saltar, practicar deportes. | # Pacientes que se lesiono con calzado deportivo/ | Ordinal |

| | | | | | |
|------------------------------|---|---|---|--|---------|
| | | | <p>Zapato con alza: Generalmente se usa en ortopedia para corregir patologías en pie.</p> <p>Zapatos de tacón: Utilizados por mujeres</p> <p>Botas: Cubren la pierna de la persona utilizadas en hombres y mujeres.</p> | <p>total de pacientes</p> <p># Pacientes que se lesiono con zapato con alza/ total de pacientes</p> <p># Pacientes que se lesiono con zapato de tacón/ total de pacientes</p> <p># Pacientes que se lesiono con botas/ total de pacientes.</p> | |
| Terreno | Lugar donde transitan los pacientes que sufrieron la lesión en el tobillo | <p>1. Regularidad del terreno</p> <p>2. Irregularidad del terreno</p> | <p>Regularidad del terreno: Es una condición que se ajusta a un orden correcto.</p> <p>Irregularidad del terreno: Condición que presenta factores de riesgo.</p> | <p># Pacientes que se lesiono en terreno regular/ total de pacientes.</p> <p># Pacientes que se lesiono en terreno regular.</p> | Ordinal |
| Goniometría en Plantiflexión | Medición del ángulo en el movimiento de plantiflexión | 30° mínimo - 50° máximo de movimiento | El rango de 30° a 50° es el valor normal de plantiflexión | # Total de pacientes con 30° de plantiflexión/ | Ordinal |

| | | | | | |
|-----------------------------|---|--|--|---|---------|
| | (movimiento que aleja el dorso del pie de la pierna) | según Kappandji, 2015. | establecido por Kappandji, 2015 | total de pacientes. # Total de pacientes con 50° de plantiflexión / total de pacientes. | |
| Goniometría en Dorsiflexión | Medición del ángulo en el movimiento de dorsiflexión (movimiento que acerca el dorso del pie a la pierna) | 20° mínimo – 30° máximo de movimiento según Kappandji, 2015. | El rango de movimiento entre 20° y 30° es el valor normal de dorsiflexión establecido por Kappandji, 2015. | # Total de pacientes con 20° de dorsiflexión/ total de pacientes. # Total de pacientes con 30° de dorsiflexión / total de pacientes. | Ordinal |
| Goniometría en Inversión | Medición del ángulo en el movimiento de inversión (movimiento hacia adentro y arriba del pie) | 35° mínimo y 45° máximo de movimiento según Kappandji, 2015. | El rango de movimiento entre 35° y 45° es el valor normal de inversión establecido por Kappandji, 2015. | # Total de pacientes con 35° / total de pacientes # Total de pacientes con 45°/ total de pacientes. | Ordinal |
| Goniometría en Eversión | Medición del ángulo en el movimiento de eversión (movimiento del | 25° mínimo y 30° máximo de movimiento según Kappandji, 2015. | El rango de movimiento entre 25° y 30° es el valor normal de | # Total de pacientes con 25°/ total de pacientes | Ordinal |

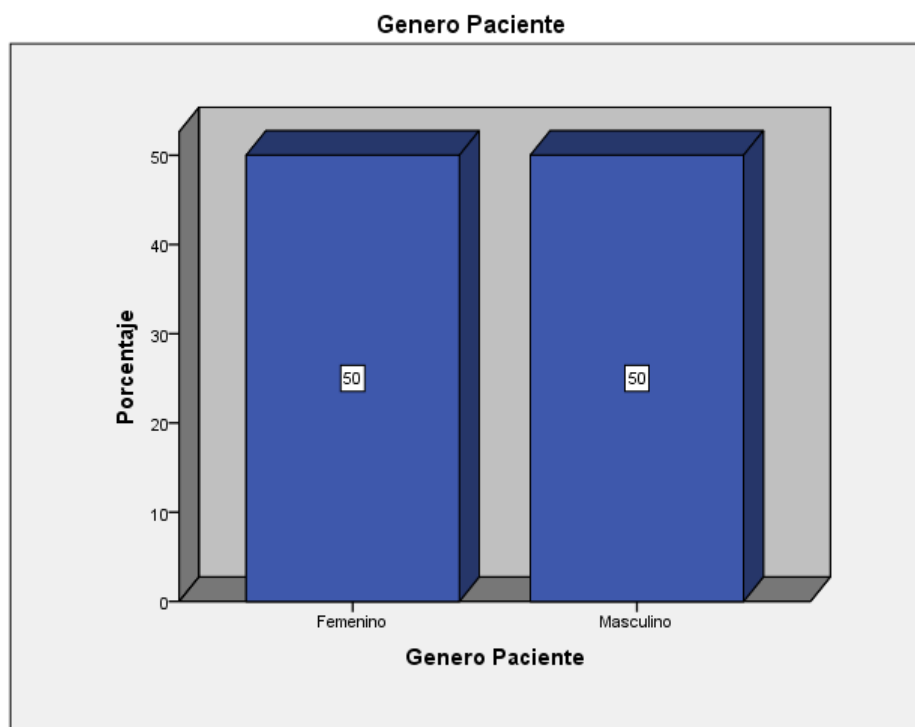
| | | | | | |
|--|-------------------------------|--|---|---|--|
| | pie hacia afuera y arriba) | | eversión establecido por Kappandji, 2015. | #Total de pacientes con 45°/ total de pacientes. | |
|--|-------------------------------|--|---|---|--|

Capítulo III

Resultados

Gráfico 1: Distribución de pacientes según el género

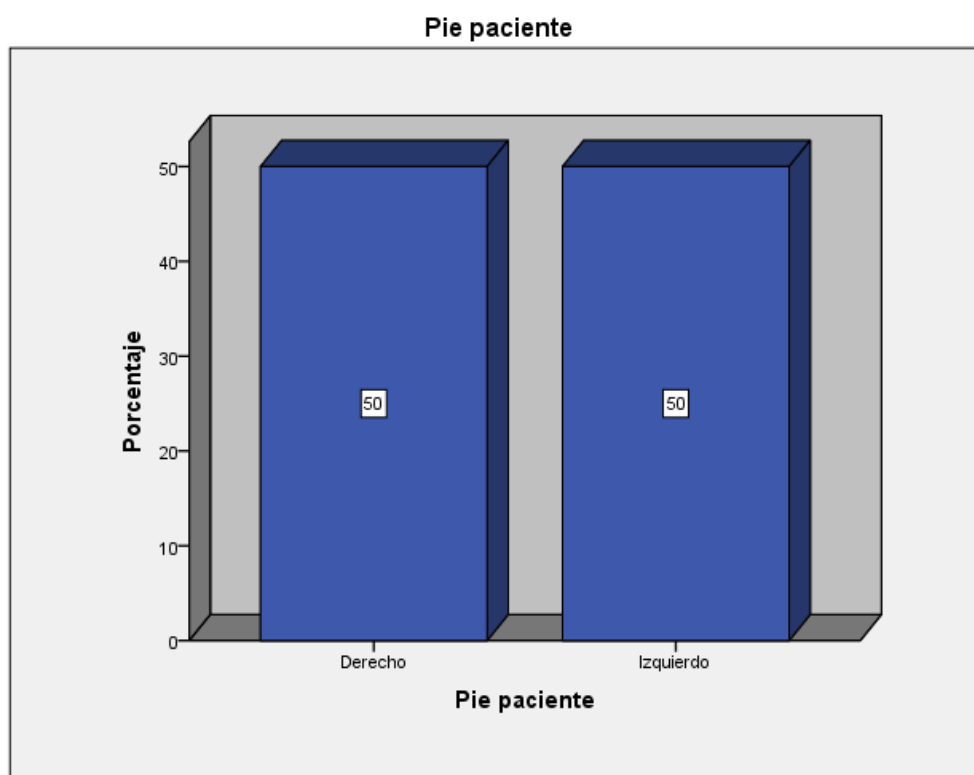
| Género | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|-----------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos | Femenino | 8 | 50,0 | 50,0 | 50,0 |
| | Masculino | 8 | 50,0 | 50,0 | 100,0 |
| | Total | 16 | 100,0 | 100,0 | |



El 50% de los pacientes con esguince de tobillo, fueron de género femenino y el otro 50% de género masculino, a pesar de esto se debe tomar en cuenta que en la ciudad de Quito la población mayoritaria es de género femenino según (INEC, 2015).

Gráfico 2: Distribución de los pacientes según el pie lesionado

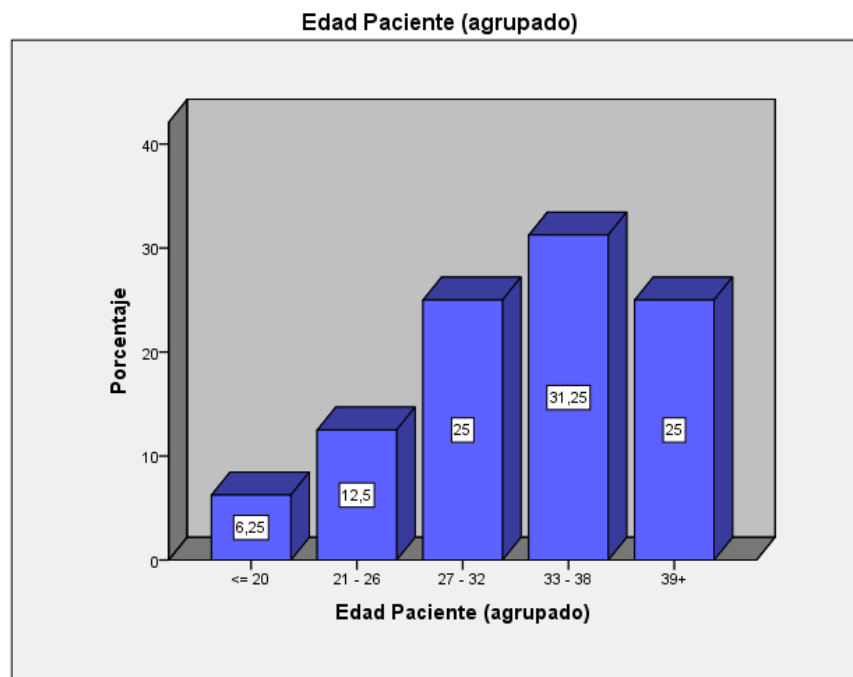
| Pie lesionado | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------------|-----------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos | Derecho | 8 | 50,0 | 50,0 | 50,0 |
| | Izquierdo | 8 | 50,0 | 50,0 | 100,0 |
| | Total | 16 | 100,0 | 100,0 | |



Del total de pacientes, el 50% se lesionaron el pie derecho y el otro 50% sufrió la lesión en el pie izquierdo.

Gráfico 3: Distribución de los pacientes por edad

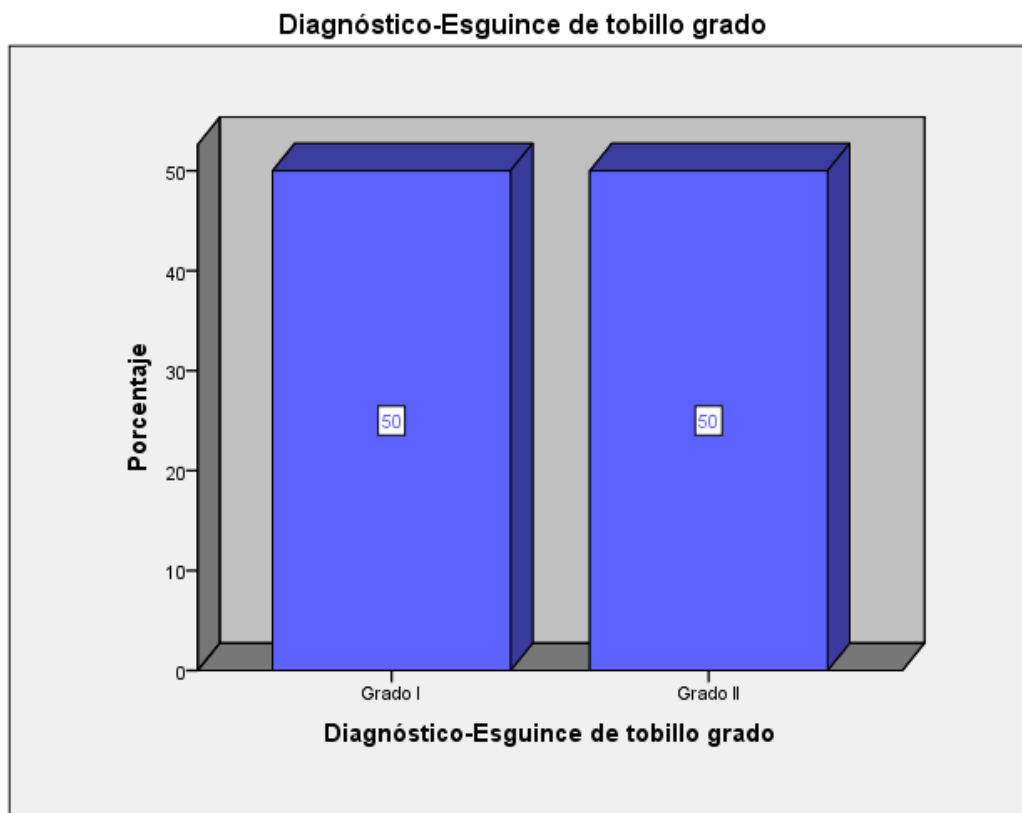
| Edad | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos <= 20 | 1 | 6,3 | 6,3 | 6,3 |
| 21 - 26 | 2 | 12,5 | 12,5 | 18,8 |
| 27 - 32 | 4 | 25,0 | 25,0 | 43,8 |
| 33 - 38 | 5 | 31,3 | 31,3 | 75,0 |
| 39+ | 4 | 25,0 | 25,0 | 100,0 |
| Total | 16 | 100,0 | 100,0 | |



Las estadísticas demuestran que el 80% de los pacientes se encuentran en un rango de edad de 27 a 39 años, siendo así un grupo de adultos jóvenes de edad media.

Gráfico 4: Distribución de los pacientes por tipo de esguince

| Grado de esguince | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|-------------------|----------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos | Grado I | 8 | 50,0 | 50,0 | 50,0 |
| | Grado II | 8 | 50,0 | 50,0 | 100,0 |
| | Total | 16 | 100,0 | 100,0 | |

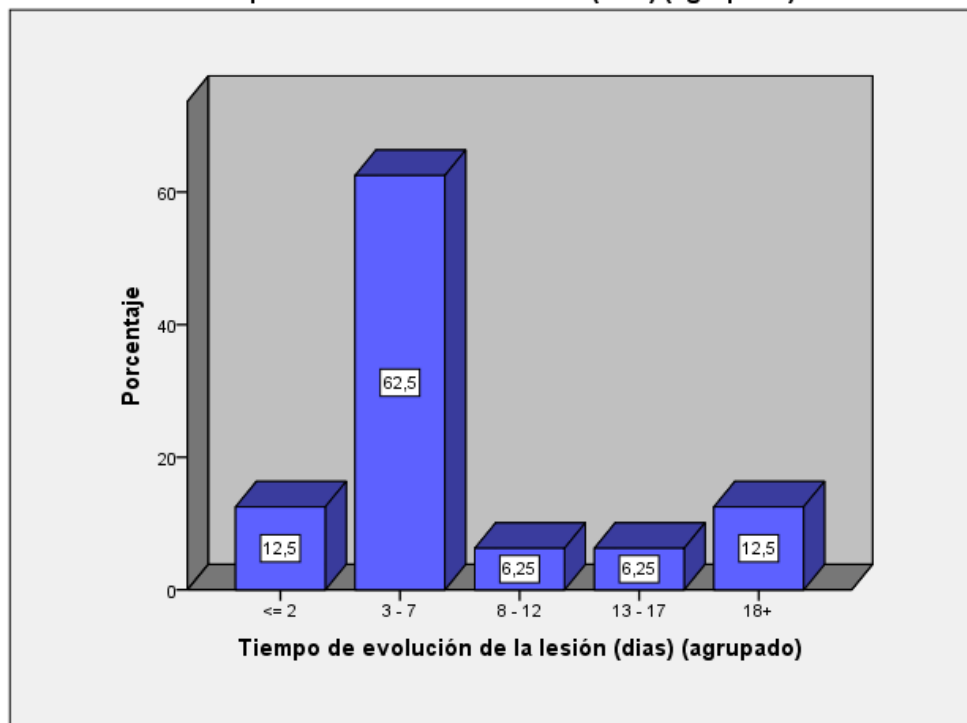


En este grafico se observa que el 50% de los pacientes presentan esguince grado I, mientras que el otro 50% presenta esguince grado II, observamos que no se atendió ningún caso de esguince grado III, ya que llego un caso con el mismo, pero este presentaba fractura ósea lo cual es un criterio de exclusión por lo tanto no se tomó en cuenta como muestra para el estudio.

Gráfico 5: Distribución de pacientes por tiempo de evolución de la lesión

| Días | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|--------------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos <= 2 | 2 | 12,5 | 12,5 | 12,5 |
| 3 – 7 | 10 | 62,5 | 62,5 | 75,0 |
| 8 – 12 | 1 | 6,3 | 6,3 | 81,3 |
| 13 – 17 | 1 | 6,3 | 6,3 | 87,5 |
| 18+ | 2 | 12,5 | 12,5 | 100,0 |
| Total | 16 | 100,0 | 100,0 | |

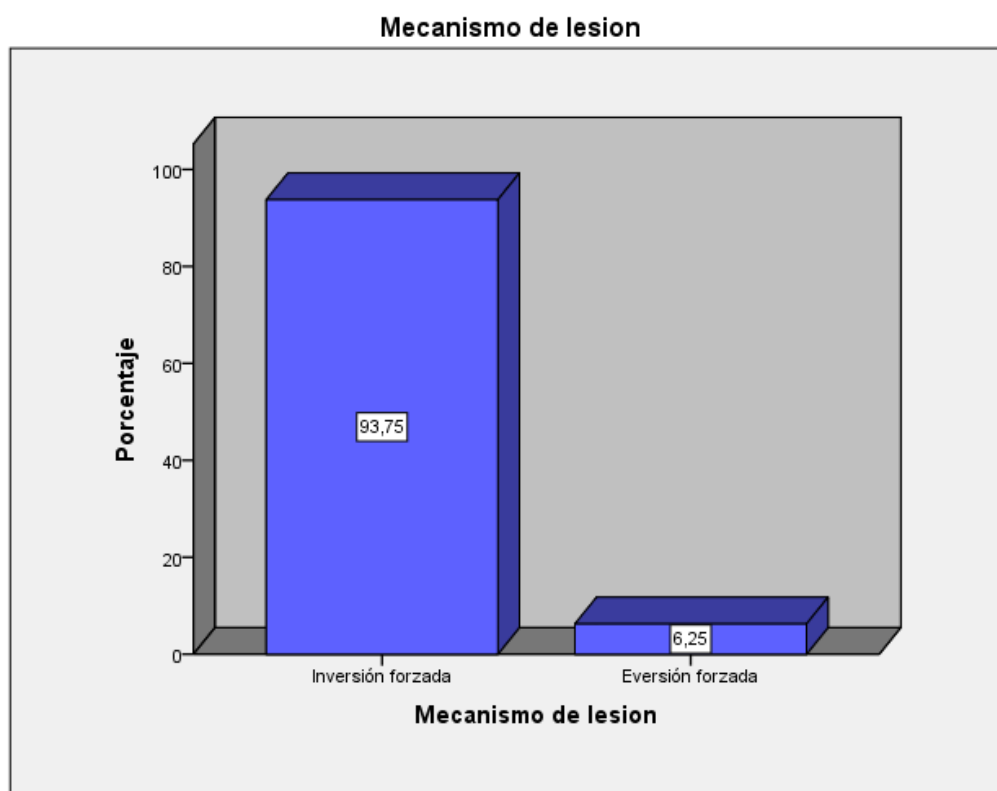
Tiempo de evolución de la lesión (días) (agrupado)



En este grafico se demuestra que un 75% de pacientes llegaron a su primera sesión de fisioterapia antes del tercer día, sin embargo el 12,5% llegaron después de 18 días, este último dato llama la atención, debido a que los pacientes que conforman este grupo manifestaron que no acudieron inmediatamente a tratar la lesión debido a algunos factores, como; ocupaciones laborales, ingesta de medicamentos y demora al otorgar la cita en el IESS.

Gráfico 6: Distribución de pacientes por mecanismo de lesión

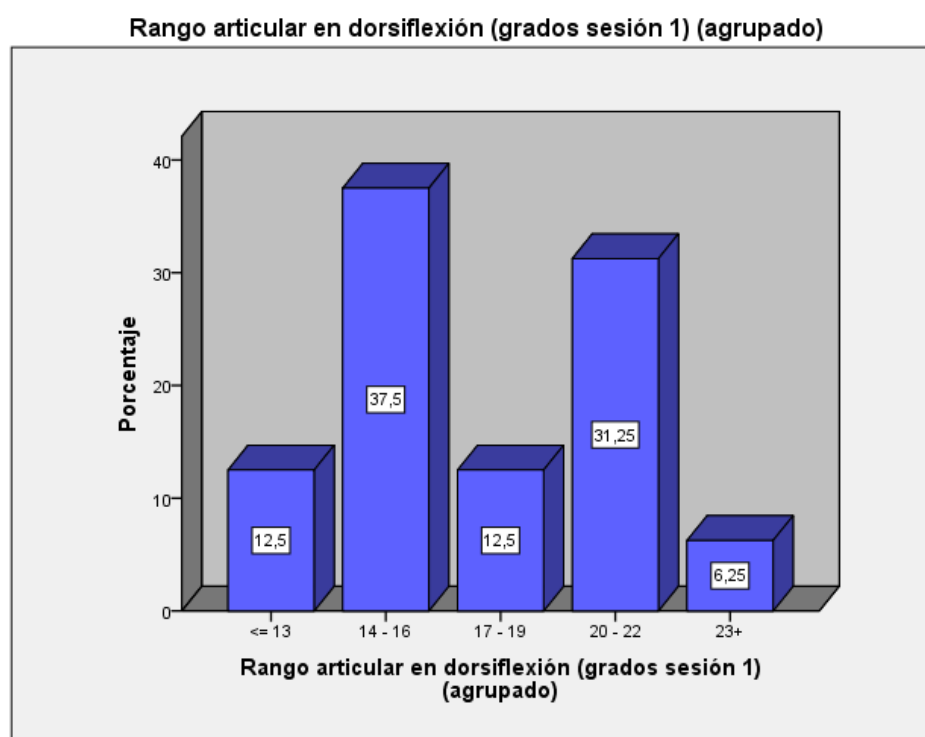
| Mecanismo de lesión | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------------------------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos Inversión forzada | 15 | 93,8 | 93,8 | 93,8 |
| Eversión forzada | 1 | 6,3 | 6,3 | 100,0 |
| Total | 16 | 100,0 | 100,0 | |



Se observa que el 93,7% de los pacientes que fueron atendidos presentaron un mecanismo de lesión de inversión forzada y apenas el 6,2% tuvo mecanismo de eversión forzada, esto debido a la anatomía del tobillo ya que el maléolo interno es más largo que el externo por lo que tiene más movilidad y es más propenso a lesionar en inversión forzada.

Gráfico 7: Distribución de medidas goniométricas – dorsiflexión (1ra sesión)

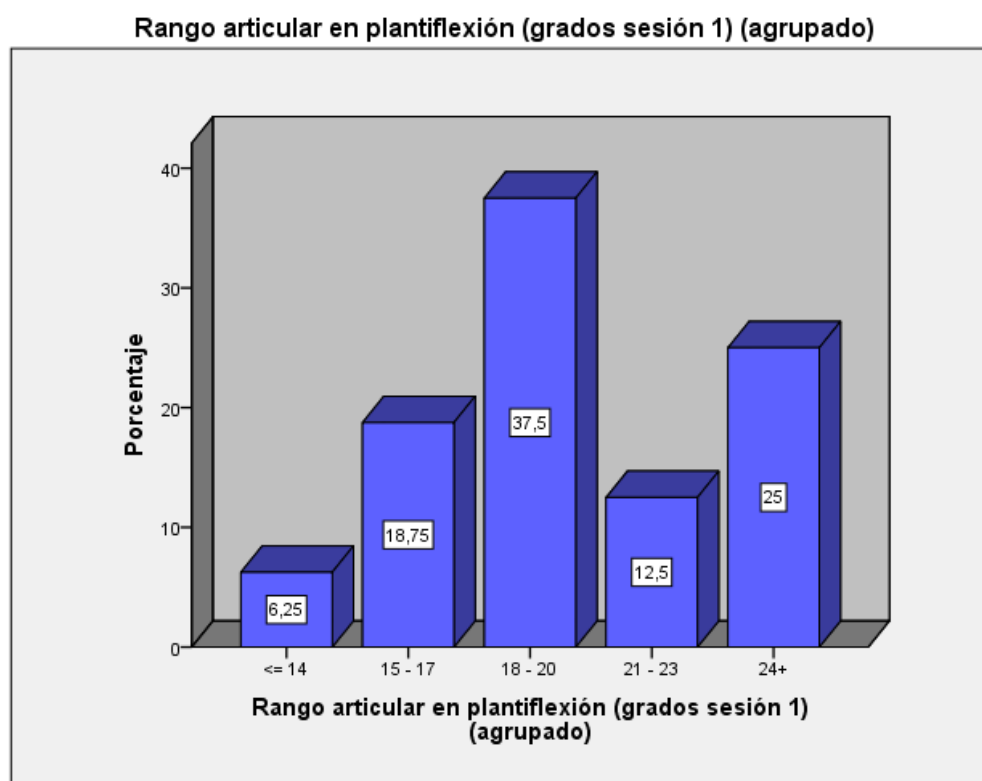
| Grados | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos <= 13 | 2 | 12,5 | 12,5 | 12,5 |
| 14 - 16 | 6 | 37,5 | 37,5 | 50,0 |
| 17 - 19 | 2 | 12,5 | 12,5 | 62,5 |
| 20 - 22 | 5 | 31,3 | 31,3 | 93,8 |
| 23+ | 1 | 6,3 | 6,3 | 100,0 |
| Total | 16 | 100,0 | 100,0 | |



Se observa que en el movimiento de dorsiflexión correspondiente a la primera sesión del tratamiento, el 68,75% de los pacientes están en un rango de 14° a 22°, teniendo en cuenta que el rango de flexión dorsal normal, según (Kapandji, 2014) es de 20°-30°. El valor medido está disminuido en relación al valor normal establecido por el autor.

Gráfico 8: Distribución de las medidas goniométricas- plantiflexión (1ra sesión)

| | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos <= 14 | 1 | 6,3 | 6,3 | 6,3 |
| 15 – 17 | 3 | 18,8 | 18,8 | 25,0 |
| 18 - 20 | 6 | 37,5 | 37,5 | 62,5 |
| 21 - 23 | 2 | 12,5 | 12,5 | 75,0 |
| 24+ | 4 | 25,0 | 25,0 | 100,0 |
| Total | 16 | 100,0 | 100,0 | |

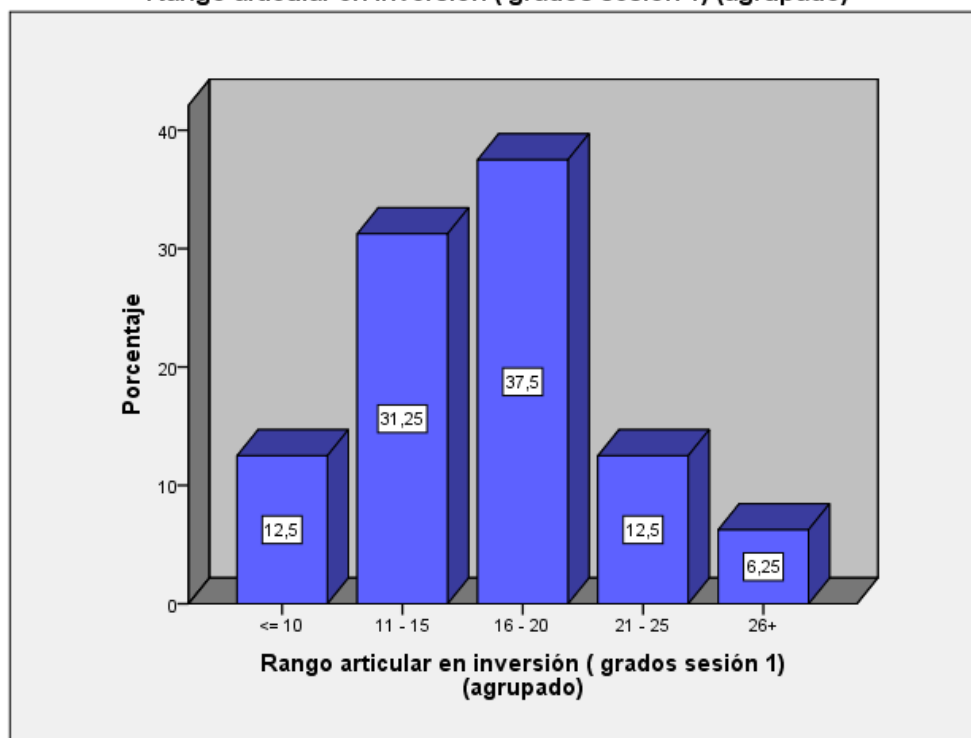


El gráfico demuestra que el 75% de los pacientes presentaron un rango de movimiento de plantiflexión de 18° a 24° destacando que según (Kapandji, 2014), el rango normal de movimiento de flexión plantar es de 30°-50°, siendo así que la plantiflexión de tobillo tiene mayor grado de movimiento que la dorsiflexión.

Gráfico 9: Distribución de medidas goniométricas - inversión (1ra sesión)

| Grados | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos <= 10 | 2 | 12,5 | 12,5 | 12,5 |
| 11 - 15 | 5 | 31,3 | 31,3 | 43,8 |
| 16 - 20 | 6 | 37,5 | 37,5 | 81,3 |
| 21 - 25 | 2 | 12,5 | 12,5 | 93,8 |
| 26+ | 1 | 6,3 | 6,3 | 100,0 |
| Total | 16 | 100,0 | 100,0 | |

Rango articular en inversión (grados sesión 1) (agrupado)

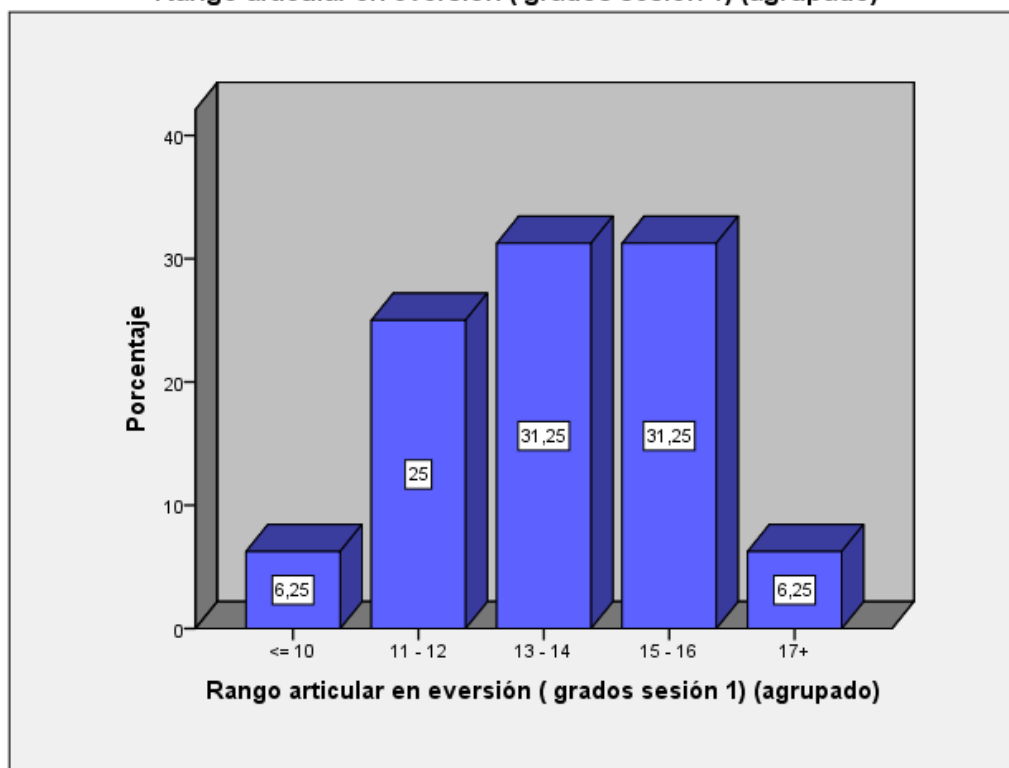


En este grafico se observa un 68,75% de los pacientes mostraron un rango de movilidad de inversión de 11°-20°, destacando que según (Kapandji, 2015), el rango normal de movilidad de inversión es de 35° a 45°.

Gráfico 10: Distribución de medidas goniométricas- eversión (1ra sesión)

| Grados | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos <= 10 | 1 | 6,3 | 6,3 | 6,3 |
| 11 –12 | 4 | 25,0 | 25,0 | 31,3 |
| 13 –14 | 5 | 31,3 | 31,3 | 62,5 |
| 15 –16 | 5 | 31,3 | 31,3 | 93,8 |
| 17+ | 1 | 6,3 | 6,3 | 100,0 |
| Total | 16 | 100,0 | 100,0 | |

Rango articular en eversión (grados sesión 1) (agrupado)

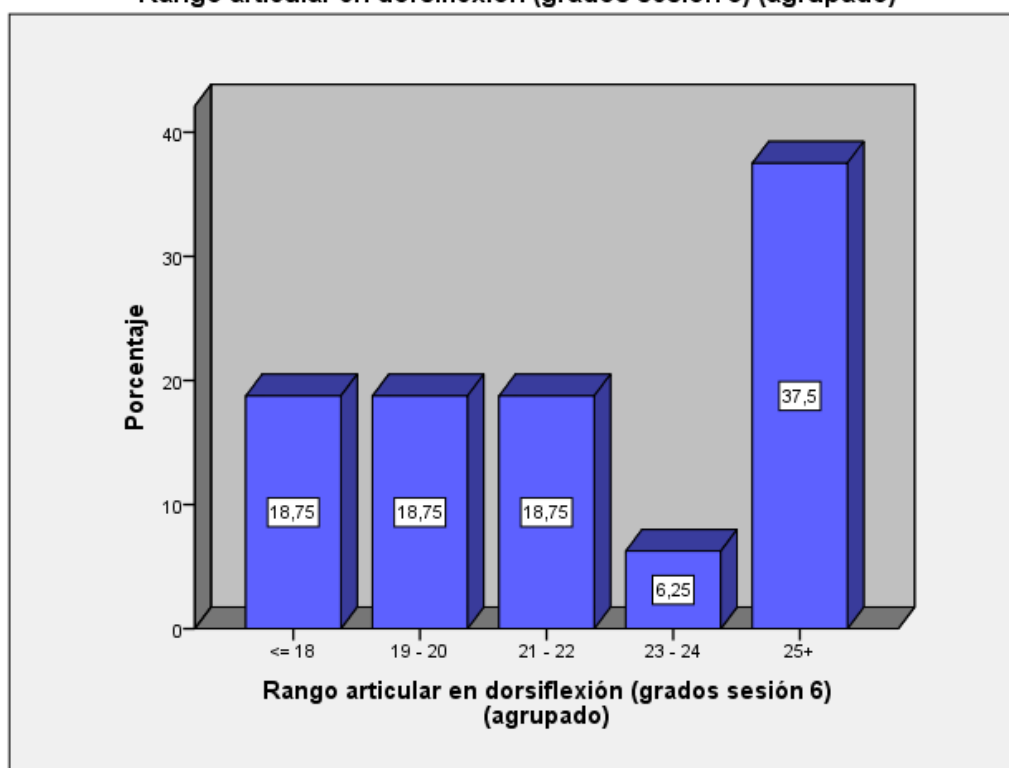


En la primera sesión, el 62,5% de pacientes presentaron un rango de movilidad de eversión entre 13°y 16°, siendo el valor normal 25°-30° según (Kapandji, 2014).

Gráfico 11: Distribución de medidas goniométricas –dorsiflexión (6ta sesión)

| Grados | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos <= 18 | 3 | 18,8 | 18,8 | 18,8 |
| 19 –20 | 3 | 18,8 | 18,8 | 37,5 |
| 21 –22 | 3 | 18,8 | 18,8 | 56,3 |
| 23 –24 | 1 | 6,3 | 6,3 | 62,5 |
| 25+ | 6 | 37,5 | 37,5 | 100,0 |
| Total | 16 | 100,0 | 100,0 | |

Rango articular en dorsiflexión (grados sesión 6) (agrupado)

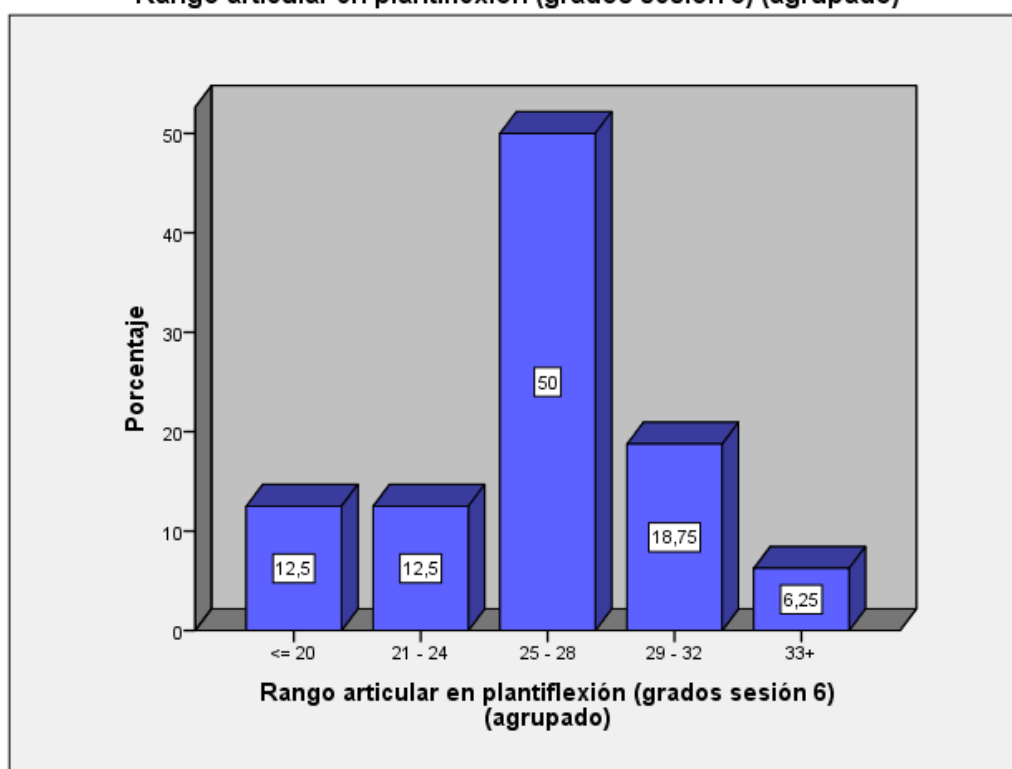


En este grafico se puede apreciar que el 37,5% del total de pacientes tuvieron 25° de movilidad, siendo el rango normal de 20°-30° según (Kapandji, 2015).

Gráfico 12: Distribución de medidas goniométricas- plantiflexión (6ta sesión)

| Grados | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos <= 20 | 2 | 12,5 | 12,5 | 12,5 |
| 21 -24 | 2 | 12,5 | 12,5 | 25,0 |
| 25 -28 | 8 | 50,0 | 50,0 | 75,0 |
| 29 -32 | 3 | 18,8 | 18,8 | 93,8 |
| 33+ | 1 | 6,3 | 6,3 | 100,0 |
| Total | 16 | 100,0 | 100,0 | |

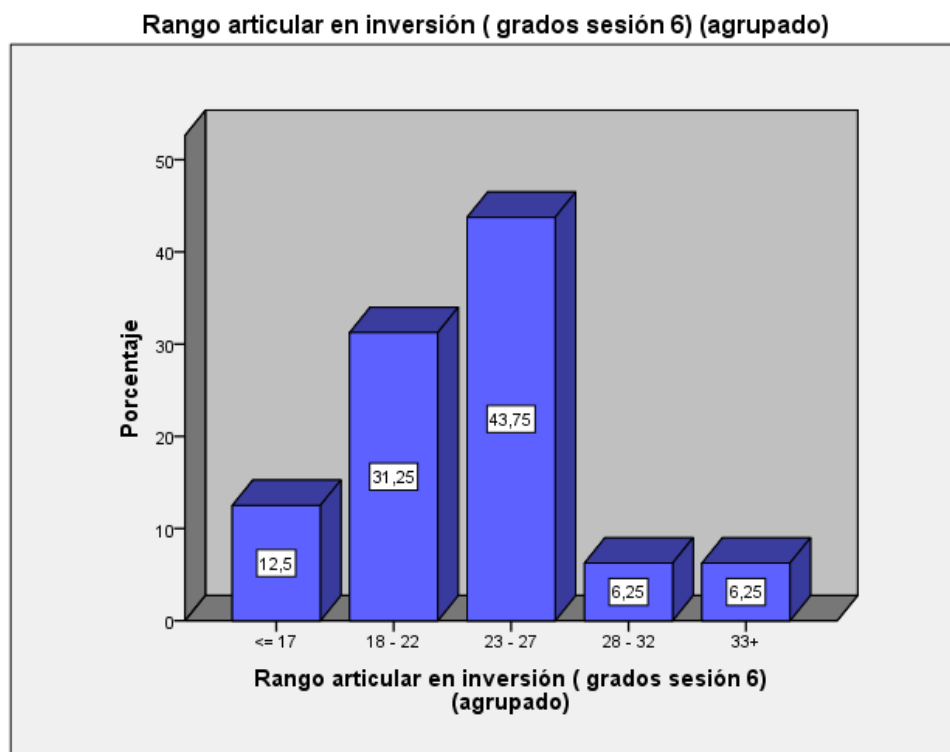
Rango articular en plantiflexión (grados sesión 6) (agrupado)



En esta ilustración se observa que el 50% de pacientes presentaron una movilidad de plantiflexión entre 25°-28° en la sexta sesión, siendo el valor normal 30° a 50° de plantiflexión, según (Kapandji, 2015).

Gráfico 13: Distribución de medidas goniométricas – inversión (6ta sesión)

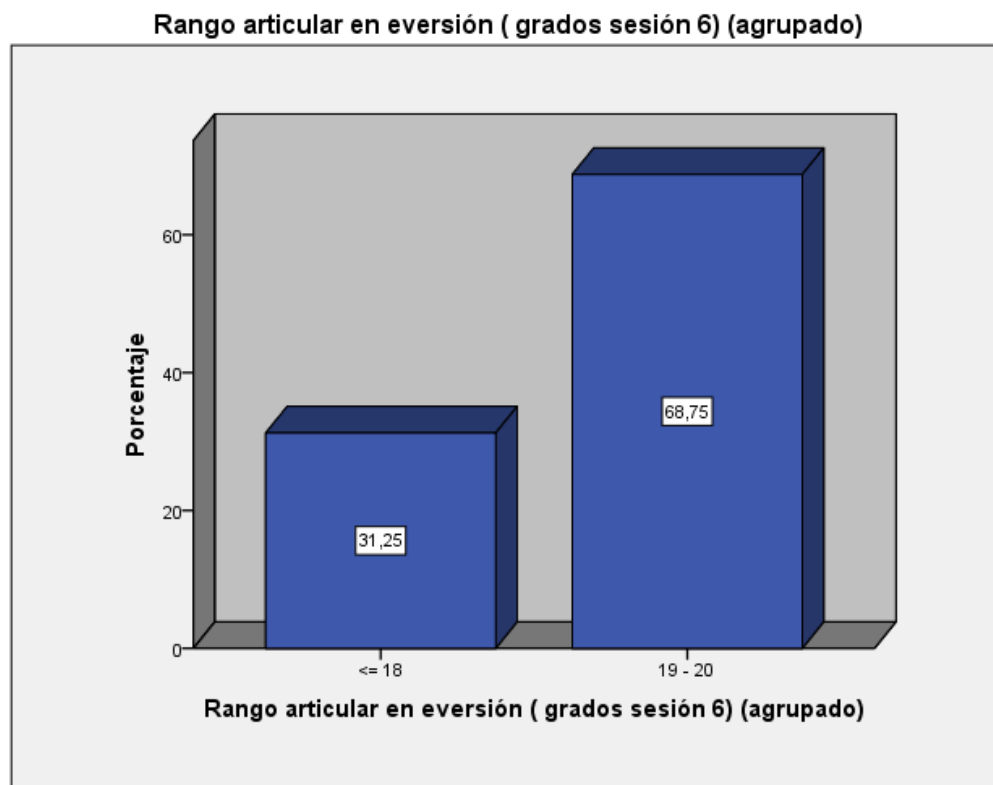
| Grados | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos <= 17 | 2 | 12,5 | 12,5 | 12,5 |
| 18 –22 | 5 | 31,3 | 31,3 | 43,8 |
| 23 –27 | 7 | 43,8 | 43,8 | 87,5 |
| 28 –32 | 1 | 6,3 | 6,3 | 93,8 |
| 33+ | 1 | 6,3 | 6,3 | 100,0 |
| Total | 16 | 100,0 | 100,0 | |



El grafico demuestra que el 43,75% de los pacientes en la sexta sesión, tuvieron un rango de movilidad de inversión de 23°-27°, siendo 35°-45° el valor normal establecido por (Kapandji, 2015).

Gráfico 14: Distribución de medidas goniométricas – eversión (6ta sesión)

| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|--------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos | <= 18 | 5 | 31,3 | 31,3 | 31,3 |
| | 19 –20 | 11 | 68,8 | 68,8 | 100,0 |
| | Total | 16 | 100,0 | 100,0 | |

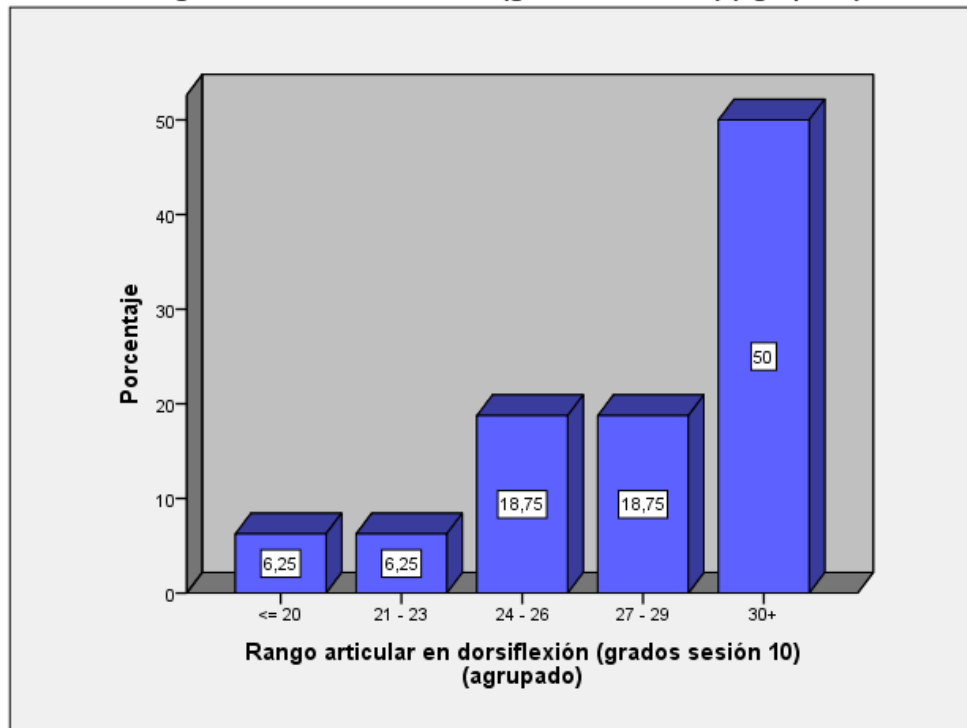


La ilustración muestra que el 68,75% presentaron un rango de movimiento de eversión entre 19°-20°, siendo 25°- 30° lo normal según, (Kapandji, 2014).

Gráfico 15: Distribución de medidas goniométricas – dorsiflexión (10ma sesión)

| Grados | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos <= 20 | 1 | 6,3 | 6,3 | 6,3 |
| 21 - 23 | 1 | 6,3 | 6,3 | 12,5 |
| 24 - 26 | 3 | 18,8 | 18,8 | 31,3 |
| 27 - 29 | 3 | 18,8 | 18,8 | 50,0 |
| 30+ | 8 | 50,0 | 50,0 | 100,0 |
| Total | 16 | 100,0 | 100,0 | |

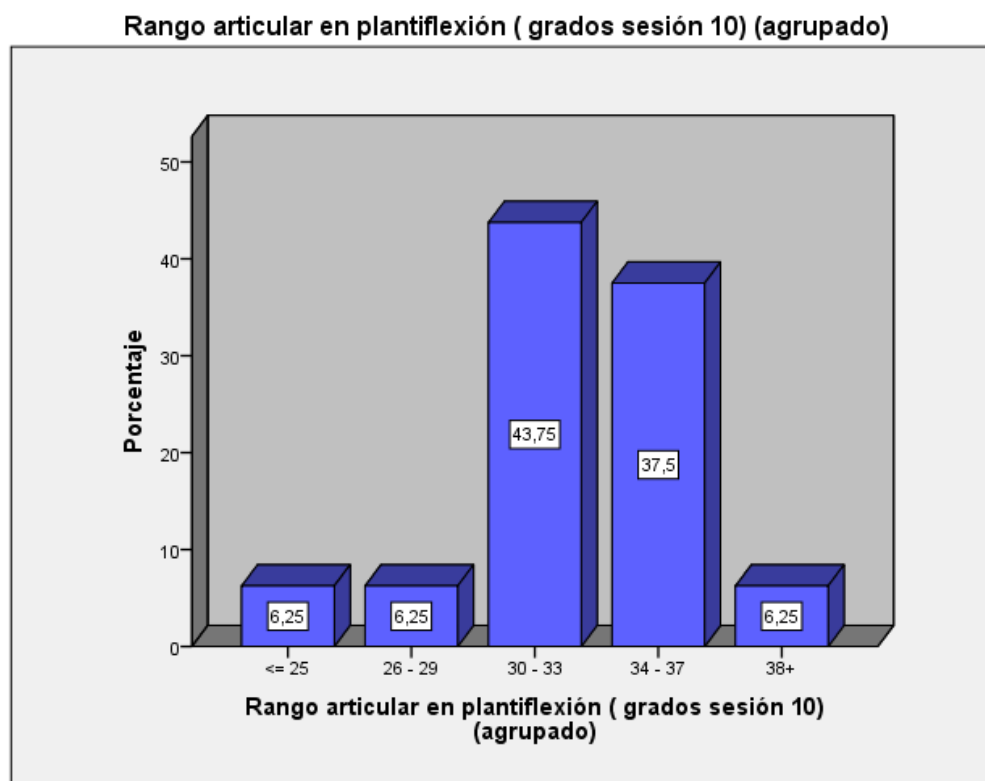
Rango articular en dorsiflexión (grados sesión 10) (agrupado)



El gráfico indica que el 50% de los pacientes presentaron un rango de movilidad de dorsiflexión de 30° el cual nos indica que se recuperó la dorsiflexión al final del tratamiento en la mitad de los pacientes, recordando que según (Kapandji, 2015) la dorsiflexión normal es de 20°-30°.

Gráfico 16: Distribución de medidas goniométricas – plantiflexión (10ma sesión)

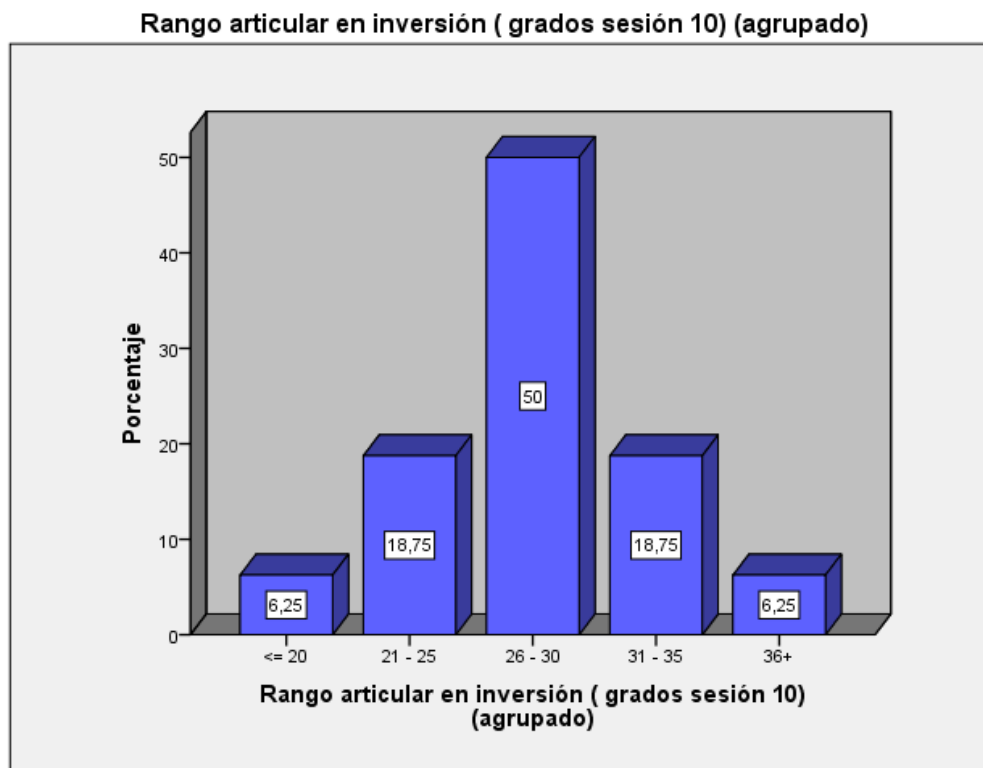
| Grados | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos <= 25 | 1 | 6,3 | 6,3 | 6,3 |
| 26 - 29 | 1 | 6,3 | 6,3 | 12,5 |
| 30 - 33 | 7 | 43,8 | 43,8 | 56,3 |
| 34 - 37 | 6 | 37,5 | 37,5 | 93,8 |
| 38+ | 1 | 6,3 | 6,3 | 100,0 |
| Total | 16 | 100,0 | 100,0 | |



La ilustración muestra que el 81,25% se encuentra en un rango de 30° a 37°, lo cual está dentro del rango normal de plantiflexión que según (Kapandji, 2014) es 30°-50°.

Gráfico 17: Distribución de medidas goniométricas- inversión (10ma sesión)

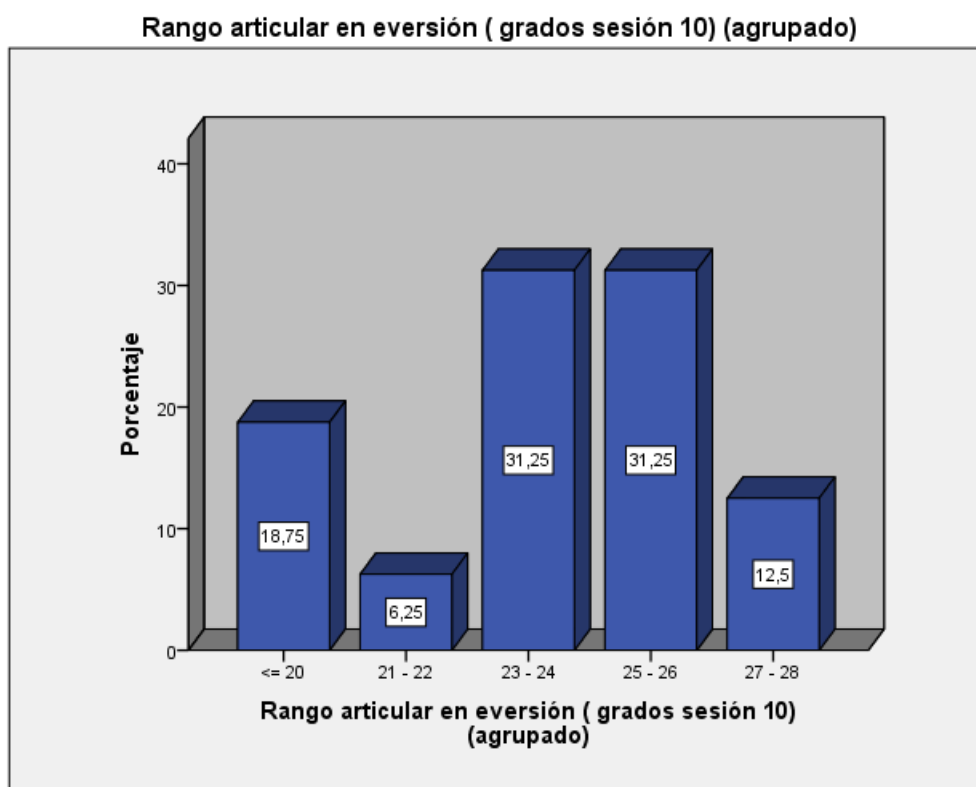
| Grados | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos <= 20 | 1 | 6,3 | 6,3 | 6,3 |
| 21 - 25 | 3 | 18,8 | 18,8 | 25,0 |
| 26 - 30 | 8 | 50,0 | 50,0 | 75,0 |
| 31 - 35 | 3 | 18,8 | 18,8 | 93,8 |
| 36+ | 1 | 6,3 | 6,3 | 100,0 |
| Total | 16 | 100,0 | 100,0 | |



En el gráfico se puede observar que en la décima sesión, el 50% de los pacientes presentaron una inversión entre 26°-30° y el 25% pacientes están en el rango de 31°-36° de inversión, lo cual indica que únicamente el 25% están dentro del rango normal de inversión 35°-45°, que estableció (Kapandji, 2015).

Gráfico 18: Distribución de medidas goniométricas – eversión (10ma sesión)

| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|---------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos | <= 20 | 3 | 18,8 | 18,8 | 18,8 |
| | 21 - 22 | 1 | 6,3 | 6,3 | 25,0 |
| | 23 - 24 | 5 | 31,3 | 31,3 | 56,3 |
| | 25 - 26 | 5 | 31,3 | 31,3 | 87,5 |
| | 27 - 28 | 2 | 12,5 | 12,5 | 100,0 |
| | Total | 16 | 100,0 | 100,0 | |



Se observa que el 62,5% de los pacientes presentaron un rango de movimiento de 23°-26° de eversión, siendo 25°-30° el valor normal establecido por (Kapandji, 2015)

Comparación de los grados de la sesión 1, 6 y 10.

Gráfico 19: Comparación de grados entre sesión 1 y 6

| Comparación entre sesiones | | | | 95% Intervalo de confianza para la diferencia | | | |
|----------------------------|---|-------|------------------------|---|----------|-----------------------|-----------------------|
| | | | | Inferior | Superior | | |
| | | Media | Error típ. de la media | | | Grados en la sesión 1 | Grados en la sesión 6 |
| Par 1 | Rango articular en dorsiflexión (grados sesión 6) - Rango articular en dorsiflexión (grados sesión 1) | 4,8 | ,502 | 3,8 | 5,9 | 14°-22° | 25° |
| Par 2 | Rango articular en plantiflexión (grados sesión 6) - Rango articular en plantiflexión (grados sesión 1) | 6,0 | ,692 | 4,6 | 7,5 | 18°-24° | 25°-28° |
| Par 3 | Rango articular en inversión (grados sesión 6) - Rango articular en inversión (grados sesión 1) | 6,3 | ,583 | 5,1 | 7,6 | 11°-20° | 23°-27° |
| Par 4 | Rango articular en eversión (grados sesión 6) - Rango articular en eversión (grados sesión 1) | 5,7 | ,403 | 4,9 | 6,7 | 13°-16° | 19°-20° |

En la primera sesión el valor más repetido de dorsiflexión fue de 14°-22°, en la sexta sesión fueron 25°, lo que indica una media de 4,8° de recuperación entre sesiones, siendo un mínimo de 4° y un máximo de 6° de recuperación.

En la primera sesión respecto a la plantiflexión el valor que más pacientes presentaron fue 18°-24°, en la sexta sesión fueron 25°-28°, lo cual muestra una media de 6° de recuperación entre sesiones, siendo un mínimo de 5° y un máximo de 8° de recuperación.

En la primera sesión, en el movimiento de inversión, el valor que más pacientes tuvieron fue 11°-20° y en la sexta sesión se recuperó a 23°-27°, observando una media de 6° de recuperación, siendo un mínimo de 5° y un máximo de 8° de recuperación entre sesiones.

Respecto a la eversión, en la primera sesión el valor que más repetido fue de 13°-16° y en la sexta sesión fueron 19°-20°, esto indica una media de 6° de recuperación, presentando un mínimo de 5° y un máximo de 7° de recuperación.

Gráfico 20: Comparación - sesión 6 y sesión 10

| Comparación entre sesiones | | Media | Error típ. de la media | 95% Intervalo de confianza para la diferencia | | Grados en la sesión 6 | Grados en la sesión 10 |
|----------------------------|--|-------|------------------------|---|----------|-----------------------|------------------------|
| | | | | Inferior | Superior | | |
| Par 1 | Rango articular en dorsiflexión (grados sesión 10) - Rango articular en dorsiflexión (grados sesión 6) | 5,5 | ,365 | 4,7 | 6,2 | 25° | 30° |
| Par 2 | Rango articular en plantiflexión (grados sesión 10) - Rango articular en plantiflexión (grados sesión 6) | 6,3 | ,446 | 5,4 | 7,3 | 25°-28° | 30°-37° |
| Par 3 | Rango articular en inversión (grados sesión 10) - Rango articular en inversión (grados sesión 6) | 5,1 | ,607 | 3,9 | 6,5 | 23°-27° | 26°-30° |
| Par 4 | Rango articular en eversión (grados sesión 10) - Rango articular en eversión (grados sesión 6) | 4,3 | ,604 | 3,0 | 5,6 | 19°-20° | 23°-26° |

En la sexta sesión el valor que más se repite en los pacientes en la dorsiflexión fue de 25° y en la décima sesión fue 30°. La media de recuperación entre sesiones fue 5,5°, el valor mínimo 5° y el máximo de recobro de movimiento fue 6°.

En la plantiflexión a la sexta sesión el rango con mayor repetición fue 25°-28° y en la décima sesión fue de 30°-37°. La media de recuperación entre sesiones fue 6,3°, el valor mínimo de recuperación de 5° y el máximo de 7°.

En la inversión a la sexta sesión el valor que más pacientes presentaron fue 23°-27° y en la décima sesión fue 26°-30°. La media de recuperación fue 5° entre sesiones, el valor mínimo de recobro de movimiento fue 5° y el máximo fue 6°.

En la sexta sesión, el valor que más se repite fue 19°-20° y en la décima sesión fue 23°-26°. La media de recuperación entre sesiones fue 4,3°, el valor mínimo de recuperación fue 3° y el máximo 6°.

Gráfico 21: Comparación – sesión 1 y sesión 10

| | | Media | Error típ. de la media | 95% Intervalo de confianza para la diferencia | | Grados en la sesión 1 | Grados en la sesión 10 |
|-------|--|-------|------------------------|---|----------|-----------------------|------------------------|
| | | | | Inferior | Superior | | |
| Par 1 | Rango articular en dorsiflexión (grados sesión 10) - Rango articular en dorsiflexión (grados sesión 1) | 10,3 | ,617 | 9,0 | 11,6 | 14°-22° | 30° |
| Par 2 | Rango articular en plantiflexión (grados sesión 10) - Rango articular en plantiflexión (grados sesión 1) | 12,4 | ,890 | 10,6 | 14,3 | 18°-24° | 30°-37° |
| Par 3 | Rango articular en inversión (grados sesión 10) - Rango articular en inversión (grados sesión 1) | 11,5 | ,861 | 9,6 | 13,3 | 11°-20° | 26°-30° |
| Par 4 | Rango articular en eversión (grados sesión 10) - Rango articular en eversión (grados sesión 1) | 10,0 | ,809 | 8,3 | 11,8 | 13°-16° | 23°-26° |

En la primera sesión el valor de 14°-22° es el que más pacientes presentaron en la dorsiflexión y en la décima sesión fue 30°. La media de recuperación entre sesiones es de 10,3°, siendo 9° el valor mínimo de recobro de movimiento y 12° el valor máximo.

En la plantiflexión a la primera sesión el valor que más se repite fue 18°-24° y en la décima fue 30°-37°. La media de recuperación entre sesiones fue 12,4°, siendo el valor mínimo de recuperación 11° y el máximo 14°.

En la primera sesión, el valor que más pacientes presentaron en inversión fue 11°-20° y en la décima sesión fue 26°-30°. La media de recuperación entre sesiones fue de 11,5°, siendo 10° el valor mínimo de recobro de movimiento y 13° el valor máximo.

En la eversión a la primera sesión el valor que más se repite fue 13°-16° y en la décima sesión fue 23°-26°. La media de recuperación entre sesiones fue de 10°, siendo el valor mínimo de recobro de movimiento 8° y el máximo de 12°.

Discusión.

- En el presente estudio el 80 % de los pacientes estuvieron en el rango de edad de 27 a 39 años, coincidiendo con (Logroño, 2013), en su estudio concluyó que el 70% de pacientes que se lesionaron el tobillo se encuentran en un rango de edad de 20 a 40 años. Ésta lesión es frecuente en personas de mediana edad que mantienen un estilo de vida promedio, sin la necesidad de que estos realicen deporte.
- De acuerdo a (Paús, 2003) aproximadamente el 95% de esguinces de tobillo son leves es decir de grado I y el 3% son lesiones severas (esguince grado II y III), datos que concuerdan minimamente con los resultados de la presente investigación, siendo el 50% esguince grado I, el 50% grado II y no existió ningún caso de grado III.
- El 62,5% de los pacientes acudió a la Clínica Panamericana en el rango de 3 a 7 días de evolución de la lesión, lo cual coincide con (Escobar E. , 2009) que menciona el paciente concurre en las primeras 72 horas luego de la lesión con dolor en la región del tobillo.
- En la conferencia mundial de inestabilidad de tobillo, el 78% de los esguinces son externos, el 4% son internos y el 16% son lesiones de la sindesmosis, - según Bergfeld citado por (International society of arthroscopy, 2004). En el presente estudio un 93,75% de esguinces externos siendo mientras que el 6,25% de esguince interno, esto debido a la anatomía y fisiología del tobillo, ya que el maléolo externo es más largo que el maléolo interno del tobillo por lo que permite mayor movimiento, además que el maléolo externo se proyecta más distalmente que el medial y opone menos obstrucción ósea a la inversión que a la eversión.
- (Guerrero & Avilés, s/f), realizó una medición goniométrica de dorsiflexión antes y después de aplicar un programa de ejercicios en el tobillo, los resultados mostraron una medición entre 29,7° y 32,6° de dorsiflexión , siendo estos datos similares al del presente estudio donde la mitad de pacientes presentaron 30° de dorsiflexión al final del tratamiento.

- En un estudio de caso de esguince de tobillo realizado por (Cocera, 2015), se describe mediciones goniométricas de dorsiflexión en dos tiempos, al inicio existen 5° y al final 12° de rango, destacando que estas medidas son menores que las mediciones realizadas en el presente estudio, debido a que la paciente del estudio de caso presentaba laxitud ligamentaria, mientras en la mayoría de los pacientes de nuestro estudio fueron 30°; en la plantiflexión (Cocera, 2015), realizó las mediciones, en el inicio con 50° y al final 74° de rango, lo cual no coincide con los datos de la investigación presente que fueron 30°-37°, sin embargo se mencionó que la paciente tenía laxitud
- El estudio de caso elaborado por (Jurado, 2010), las mediciones goniométricas las realizó dos veces, en la cual la recuperación entre sesiones fue de 5° en flexión plantar de 15° en el inicio y a 20° al final, en flexión dorsal fue 45° pero el rango no aumento entre sesiones, en cuanto a la inversión disminuyó 5°, pasando de 40° a 35° y en la eversión se mantuvo el rango que fue de 15°. Estos valores se encuentran disminuidos en relación a los establecidos por (Kapandji, 2014) por ende no concuerdan con los del presente estudio.
- Finalmente, en un estudio realizado por (Forbes, 2015) de los 30 pacientes de muestra, se observó que únicamente 6.7% (n=2) resolvieron la lesión de esguince de tobillo ya que llevaron el tratamiento adecuadamente, 46.7% (n=14) abandonaron el tratamiento por ende no recuperaron su funcionalidad.

Conclusiones.

- El grupo de adultos jóvenes de edad media es la población que más sufre esguince de tobillo, estos pueden ser deportistas o personas sedentarias.
- Se puede observar claramente que el mecanismo de lesión fue la inversión forzada con el 93% de la población, recordando que esto se debe al factor anatómico y a la estructura del tobillo.
- Después del tratamiento, la plantiflexión fue el movimiento que más se recuperó, en un 81,25% de los pacientes, tomando en cuenta que el tobillo tiene más grados de movimiento en la plantiflexión.
- Entre las sesiones primera y décima la plantiflexión fue el movimiento que más se recobró con una media de 12,4°.
- El movimiento que menos se recuperó después del tratamiento fue la eversión con una media de 10°, este movimiento tiene menos grados de movimiento normal en el tobillo.
- Al terminar este estudio, podemos concluir que realizando un seguimiento goniométrico se da énfasis a la movilidad articular con el objetivo de dar funcionalidad al paciente.
- Es importante que durante el tratamiento se dé prioridad a la movilidad articular y trabajar en el paciente ejercicios o nuevas opciones de tratamiento que genere recuperación de la movilidad perdida como consecuencia de la lesión.

Recomendaciones.

- Realizar un protocolo de tratamiento para esguince de tobillo, incluyendo una guía de observación enfocada al seguimiento goniométrico.
- Recomendando realizar otros métodos de medición articular para dar seguimiento a la movilidad.
- El fisioterapeuta debe ejecutar y registrar tomas goniométricas al inicio, mitad y final del tratamiento para dar un adecuado seguimiento a la movilidad articular en el tobillo.
- Al departamento de investigación de la facultad que motiven a siguientes investigadores a continuar con este tema estudiado, que se lo realice en otras poblaciones más específicas como deportistas, basquetbolistas o futbolistas.
- En casos de sufrir un esguince de tobillo, el paciente debe acudir inmediatamente a atenderse ya que si esta lesión no se trata podría producir complicaciones hasta causar una incapacidad.

ANEXOS

Anexo 1: Consentimiento informado

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE ENFERMERÍA
CARRERA DE TERAPIA FÍSICA

CONSENTIMIENTO INFORMADO

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: Variación del rango articular de tobillo mediante goniometría en pacientes con esguince de la clínica panamericana

Usted ha sido seleccionado/a para conformar la muestra. Puede decidir si participa o no en el estudio, que le garantiza el anonimato y la confidencialidad de sus respuestas. Si desea participar en esta investigación, tiene el derecho de abandonarla en el momento que desee hacerlo. Su colaboración favorecerá al análisis de la evolución de su patología y a la implementación de nuevos protocolos de tratamiento.

Se me ha proporcionado el nombre de un investigador que puede ser fácilmente contactado usando el nombre y los contactos que se me ha dado de esa persona.

He entendido la información proporcionada. He tenido la oportunidad de preguntar sobre ella y se me ha contestado satisfactoriamente las preguntas que he realizado. Consiento voluntariamente participar en esta investigación y entiendo que tengo el derecho de retirarme en cualquier momento, con todos mis derechos respetados.

Nombre _____ del
Participante _____

Firma del participante _____

C.I. _____

Fecha (DD/MM/AÑO): ____/____/____

DATOS PERSONALES

(Se tratará de manera confidencial y anónima)

Fecha de nacimiento: (DD/MM/AÑO): ____/____/____

Sexo: M / F

Estado civil (seleccionar): soltero casado/a unión libre divorciado/a viudo/a

Etnia (seleccionar: mestizo/ Blanco/ afroecuatoriano/ montubio/ indígena/
otro

Anexo 2: Guía de observación

Tema de investigación: Variación del rango articular de tobillo mediante goniometría en pacientes con esguince de la clínica panamericana.

Nombre del paciente:.....

Edad:.....

| | | |
|---|---|------------------------------|
| Fecha | | |
| Diagnostico | | Pie: |
| Tiempo de evolución | | |
| Mecanismo de la lesión | | |
| Numero de sesión | Primera sesión | |
| Rango articular en dorsiflexión | Rango articular normal según (Kapandji) | Rango articular del paciente |
| Rango articular en plantiflexion | Rango articular normal según (Kapandji) | Rango articular del paciente |
| Rango articular en inversión | Rango articular normal según (Kapandji) | Rango articular del paciente |
| Rango articular en eversión | Rango articular normal según (Kapandji) | Rango articular del paciente |

| Numero de sesión | Sexta sesión | |
|---|---|------------------------------|
| Rango articular en dorsiflexion | Rango articular normal según (Kapandji) | Rango articular del paciente |
| Rango articular en plantiflexion | Rango articular normal según (Kapandji) | Rango articular del paciente |
| Rango articular en inversión | Rango articular normal según (Kapandji) | Rango articular del paciente |
| Rango articular en eversión | Rango articular normal según (Kapandji) | Rango articular del paciente |

| Numero de sesión | Décima sesión | |
|---|---|------------------------------|
| Rango articular en dorsiflexion | Rango articular normal según (Kapandji) | Rango articular del paciente |
| Rango articular en plantiflexion | Rango articular normal según (Kapandji) | Rango articular del paciente |
| Rango articular en inversión | Rango articular normal según (Kapandji) | Rango articular del paciente |
| Rango articular en eversión | Rango articular normal según (Kapandji) | Rango articular del paciente |

Bibliografía.

- Blum, C. (2009). *Perfil de variables en futbolistas*. Méxco: Panamericana.
- Brent, C. (2011). *Las lesiones deportivas*. Madrid-España: Médica Panamericana.
- Cerdeño, J., & Yuste, V. (8 de Noviembre de 2012). *efisioterapia.net*. Obtenido de Protocolo ejercicios de tobillo: <http://www.efisioterapia.net/articulos/protocolo-ejercicios-tobillo>
- Cocera, C. (16 de Junio de 2015). *Repositorio de la universidad de Jaén*. . Obtenido de Tratamiento fisioterapeutico del esguince de tobillo.Un caso clínico: <http://tauja.ujaen.es/handle/10953.1/1503>
- Dutton, M. (2015). Tobillo y pie. En M. Dutton, *Ortopedia para el fisioterapeuta* (págs. 557-579). Badalona: Paidotribo.
- Echegoyen, S., Miguel, A., & Rodríguez, M. (2001). Manejo conservador de los esguinces del tobillo. Movilidad temprana. *Revista Mexicana de Ortopedia y Traumatología*, 227-229.
- Egocheaga, J. (19 de Marzo de 2005). Vendajes y protocolo en el tratamiento de esguinces de tobillo. *AEPap*. Obtenido de Actualización pediátrica: http://www.aepap.org/sites/default/files/vendaje_esguinces.pdf
- Escobar, D. (2009). *Manejo del esguince agudo del complejo lateral del tobillo del adulto*. Guía de practica clínica, Hospital Provincial Neuquén, Neuquén. Recuperado el 6 de Noviembre de 2015
- Escobar, E. (2009). Manejo del esguince agudo del complejo lateral del tobillo en el adulto. *Guía de practica clínica*. Neuquén.
- Ferrer, S., & Rodríguez, E. (2006). Inestabilidades crónicas del tobillo. *Patología del Aparato locomotor*, 1-10.
- Forbes, E. (2015). *Evolucion clínica y radiologica en esgince de tobillo en pacientes adultos*. Tesis de Postgrado, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado el 24 de Noviembre de 2015
- Guerrero, E., & Avilés, J. (s/f). Cómo un programa de fisioterapia mejora la movilidad del tobillo del anciano. Validez de la dorsiflexión como valor predictivo de caídas. *Revista de Fisioterapia de la UCAM*, 28-34.

Guirao, L., Pleguezuellos, E., & Pérez, M. (2004). Tratamiento funcional del esguince de tobillo. *Rehabilitación Madrid*, 182-187.

INEC. (16 de Noviembre de 2015). Población por género en Quito. Quito.

International society of arthroscopy, k. s.-l. (2004). *Clinica del deporte*. Obtenido de Conferencia de concenso mundial sobre inestabilidad de tobillo.

Jurado, N. (5 de Julio de 2010). *Biblioteca digital Universidad de Alcalá*. Obtenido de Actuación fisioterapéutica en la Inestabilidad Lateral Crónica de tobillo: Estudio de un caso :
http://dspace.uah.es/dspace/bitstream/handle/10017/7090/TFG_Jurado_Rodr%C3%A1Dguez_2010.pdf?sequence=4&isAllowed=y

Kapandji, A. (2014). *Fisiología articular*. Madrid: Editorial Medica panamericana.

Kapandji, A. (2015). *Fisiología articular*. Madrid: Editorial Medica Panamericana.

Logroño, A. (Febrero de 2013). *Factores de riesgo de los pacientes que llegan con diagnóstico de esguince de tbillo al centro de rehabilitación de la ESPE en el período d Junio a Agosto 2012*. Tesis de Pregrado, Quito. Recuperado el 15 de Abril de 2015

Norkin, C., & White, J. (2006). *GONIOMETRIA*. Madrid: Marbán.

Oatis, C. (2009). Mechanics and pathomechanics of muscle activity at the ankle and foot. En C. Oatis, *Kinesiology: The mechanics and pathomechanics of human movement* (págs. 838-871). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

Paús, T. B. (2003). <http://www.clinicadeldeporte.com.ar/>. Obtenido de Tratamiento funcional de los esguinces externos agudos graves del tobillo: <http://www.clinicadeldeporte.com.ar/documentos/Tratamiento-funcional-de-los-esguinces.pdf>

Pérez, J., Hernández, E., Mazadiego, M., Mora, R., Rangel, Y., Sánchez, R., . . . López, V. (2004). Guía clínica para la atención del paciente con esguince de tobillo. *Revista Médica del IMSS*, 437-444.

Rincón, D., Camacho, J., Rincón, P., & Sauza, N. (2015). Abordaje del esguince de tobillo para el médico general. *Revista de la Universidad Industrial de Santander.*, 47, 85-92. Recuperado el 6 de Noviembre de 2015

Rodriguez, M., & Echegoyen, S. (2001). Manejo conservador de los esguinces del tobillo. Movilidad temprana. *Revista mexicana de ortopedia y traumatología*, 227-229.

Rouvière, H. (2006). *ANATOMÍA HUMANA: DESCRIPTIVA, TOPOGRÁFICA Y FUNCIONAL (MIEMBROS)*. Barcelona: Masson.

Saavedra, P., Coronado, R., Diez, M., León, R., Jaimes, R., Granados, R., . . . Chávez, D. (2004). Efecto del ejercicio excéntrico, isocinético e isotónico en la fuerza muscular de tobillo en pacientes con esguince. *Revista Mexicana de Medicina Física y Rehabilitación*, 110-116.

Santos, L. (2013). *Estudio de concordancia intra e interobservador de la medición goniométrica de la dorsiflexión de tobillo*. Tesis de pregrado. Recuperado el 9 de Octubre de 2015

Taboadela, C. (2007). *Goniometrfa: una herramienta para la evaluación de las incapacidades laborales*. Buenos Aires: ASOCIART SA ART.

Velásquez, M. (Octubre de 2012). *Propiocepción y el sistema propioceptivo en el abordaje fisioterapéutico y preventivo del esguince de tobillo*. Tesis de pregrado, Quito. Recuperado el 15 de Abril de 2015